

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2009

Jana Blažková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**IDENTIFIKACE OPTICKÉHO
ZJASŇOVACÍHO PROSTŘEDKU NA
TEXTILNÍCH MATERIÁLECH POMOCÍ
FLUORESCENCE**

**IDENTIFICATION OF OPTICAL
BRIGHTENING AGENT ON TEXTILE
MATERIALS BY USING FLUORESCENCE**

Jana Blažková

KHT-661

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Larysa Ocheretna

Rozsah práce:

Počet stran textu ... 33

Počet obrázků 19

Počet tabulek 0

Počet grafů 0

Počet stran příloh.. 26

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Téma:

Identifikace optického zjasňovacího prostředku na textilních materiálech pomocí fluorescence

Zadání:

- Vypracujte rešerši na téma optických zjasňovacích prostředků (OZP) – vlastnosti, způsoby nanášení na textilní materiály a jejich identifikaci. Druhou část rešerše věnujte využití fluorescence v textilním inženýrství.
- Získejte vzorky textilií před a po aplikaci OZP. Poříd'te snímky jak povrchu textilií, tak i vláken před a po úpravě. Použijte k tomu světelný fluorescenční mikroskop.
- Vyhodno'te pořízené snímky. Udělejte závěry, zda byl OZP ve všech vzorcích identifikovatelný, jestli je možné pomocí mikroskopických technik určit technologický postup nanesení OZP.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 27.5.2009

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Laryse Ocheretné za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování bakalářské práce. Poděkování patří i mé rodině a přátelům, kteří mi byli velkou oporou.

ANOTACE

Cílem bakalářské práce je zjistit zda je možné pomocí fluorescence identifikovat optické zjasňující prostředky. V teoretické části se zaměřit na definování pojmu optické zjasňující prostředky a fluorescence, principy jejich fungování a obory možného využití.

V praktické části byl proveden výzkum na textilních materiálech. A pomocí výsledků zhodnocena možnost identifikace optické zjasňující prostředky na těchto textilních materiálech.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Optické zjasňující prostředky, fluorescence, optické zjasňování, bělení, modření.

ANNOTATION

The aim of bachelor work was to find out whether is there any possibility to identify optical brightening agents by fluorescence. In the theoretical part focused on definition of optical brightening agent and fluorescence, principles of their function and possible use of fields.

The purpose of the practical part was made a research on textile materials. By means of these results review the possibility of identification „Optical brightening agents“ on these textile materials.

KEY WORDS:

Optical brightening agents, fluorescence, optical brightening, bleaching, blueing.

Obsah:

ÚVOD	8
I. TEORETICKÁ ČÁST	9
1. Charakteristika optických zjasňovacích prostředků	9
1.1 Využití optických zjasňujících prostředků	12
1.1.1 Využití OZP v textilním průmyslu	13
1.1.2 Využití OZP jako ochrana před UV zářením	14
2. Fluorescence	16
2.1 Obory využití fluorescence a fluorescenční mikroskopie	18
2.1.1 Využití fluorescence v textilním průmyslu	18
3. Identifikace optických zjasňujících prostředků pomocí Fluorescence	20
II. PRAKTICKÁ ČÁST	23
4. Údaje o výzkumu	23
4.1 Popis vzorků	23
4.2 Metody výzkumu	24
4.3 Hypotézy	25
5. Vizuální identifikace optických zjasňujících prostředků na textiliích	26
6. Identifikace optických zjasňovacích prostředků na textiliích pomocí fluorescence	28
6.1 Identifikace OZP na textiliích ze 100% polyesteru	28
6.2 Identifikace OZP na textiliích ze 100% bavlny	29
7. Identifikace optických zjasňujících prostředků na vláknech pomocí fluorescence	31
7.1 Identifikace OZP na polyesterových vláknech	31
7.2 Identifikace OZP na bavlněných vláknech	32
8. Identifikace OZP na příčných řezech vláken pomocí fluorescence	34
8.1 Identifikace OZP na příčných řezech polyesterových vláken	34
8.2 Identifikace OZP na příčných řezech bavlněných vláken	35
9. Diskuze	38
ZÁVĚR	40
Literatura	41
Seznam obrázků	45
Přílohy	46

ÚVOD

Bílá se považuje za nejdůležitější barvu v textilním průmyslu, 10-20% textilního zboží je bílé barvy. Pokud se jedná o módní trend, může být toto procento vyšší. Naprostá většina textilních vláken (přirodních i syntetických) se však nejeví jako čistě bílé.

Barva textilního materiálu, kterou vnímá lidské oko, je dána tím, jak velký podíl z celkového spektra bílého světla textilní materiál odrazí, propustí nebo pohltí. Sluneční světlo je složeno z ultrafialového (UV), viditelného a infračerveného (IR) záření. Pokud by textilní materiál zcela pohltil dopadající světlo, jevil by se materiál jako černý. Pokud by textilní materiál veškeré dopadající světlo odrazil, jevil by se jako bílý. Absorbuje-li textilní materiál jen část dopadajícího bílého světla, zbývající část spektra je textilním materiálem odražena nebo propuštěna a materiál se jeví jako barevný. [17]

Teoretická část mé bakalářské práce má za cíl vysvětlit pojem optické zjasňující prostředky, principy fungování, způsoby aplikace a možnosti využití optických zjasňujících prostředků. Další část bude zaměřena na pojem fluorescence, její charakteristiku a obory, ve kterých je využívána. Rešeršní část bude zaměřena na hledání obdobného nebo stejného výzkumu, který bude proveden v praktické části bakalářské práce.

V praktické části bude popsán výzkum, jehož cílem je zjistit, zda je možné identifikovat optické zjasňující prostředky na textilních materiálech. Výzkum bude proveden na vzorcích bavlněných a polyesterových textilií, dále pak na vláknech v podélném směru a příčném řezu.

TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části budou vysvětleny pojmy optické zjasňující prostředky a fluorescence. Dále principy jejich fungování, oblasti jejich možného využití. Poslední kapitola bude zaměřena na možnosti identifikace optických zjasňovačů.

1. Charakteristika optických zjasňovacích prostředků

Přírodní vlákna absorbují více světla v modré části viditelného spektra z důvodu nečistot (přírodních pigmentů), které obsahují. Dochází k deficitu záření v modré oblasti viditelného spektra a přírodní vlákno se jeví jako nažloutlé. Syntetická vlákna jsou též nažloutlá, ale ne tak výrazně jako vlákna přírodní.

Nažloutlý odstín textilních vláken a materiálů může být odstraněn (zčásti nebo zcela) pomocí chemického bělení, „modření“ nebo použitím optických zjasňujících prostředků (OZP).

Pomocí chemického bělení se dosáhne odstranění barevných příměsí v textilním materiálu, a tím se podstatně zvýší bělost těchto materiálů. A však i dobře vybělené textilní materiály mají více či méně nažloutlý odstín a nejeví se jako čistě bílé.

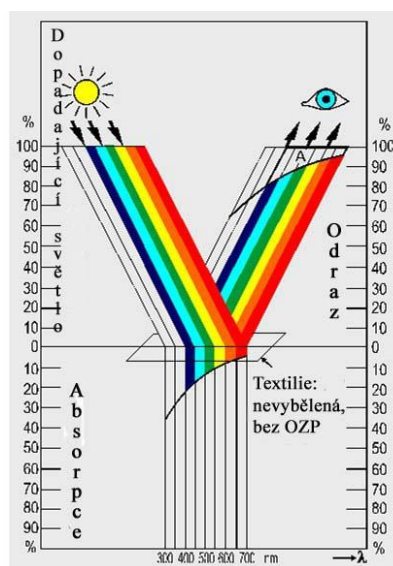
Dále se k odstranění nažloutlého odstínu textilních vláken (materiálů) používá tzv. modření. Při modření se přidává nepatrné množství modrého barviva (ultramarín, šmolka) do prací vody po bělení. Textilie se po modření jeví více bílá, ale méně jasná, protože i barvivo, které bylo použito k modření, absorbuje světlo ve viditelné části záření.

Jedině použitím opticky zjasňujících prostředků je na textilních materiálech možné dosáhnout intenzivní a jasné bílé.

Rozdílný vliv nebělené textilie, opticky zjasněné textilie a textilie, na které byl nažloutlý odstín odstraněn pomocí modření, je znázorněn na obrázcích č. 1, 2, 3 (jako podklad pro obrázky sloužil Uvitex Hand Book).

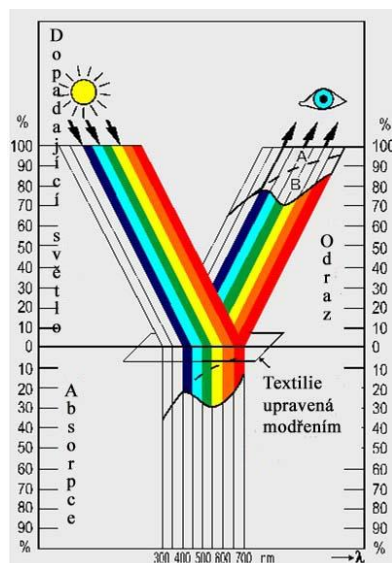
Na obrázku č. 1 sluneční paprsky svítí na textilií nebělenou a opticky nezjasněnou. Textilie absorbuje světlo především v modré části viditelného spektra. Vyzařované světlo vypadá žlutě kvůli nedostatku modrého světla, které bylo

absorbováno. Pohlcování modrého světla ve viditelné části spektra je způsobeno především přítomností přírodních nečistot a pigmentů na textiliích.



Obrázek 1: Vliv nevybělené, opticky nezjasněné textilie na odrazivosti světelného paprsku

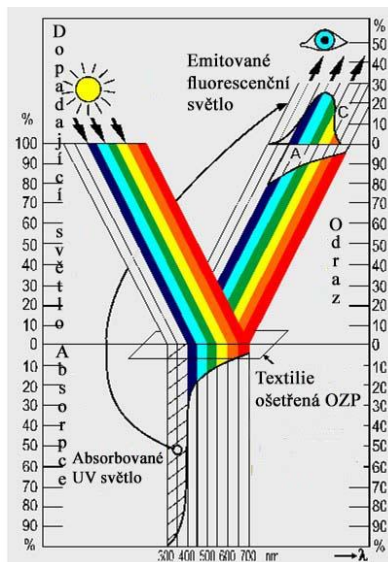
Přidání modrého barviva kompenzuje deficit záření v oblasti modré, které způsobuje pohlcování modrého světla. Textilní materiál vypadá více bílý, protože více vyzařuje modré světlo. Vzhledem k modření textilní materiál pohlcuje více světla a část odraženého světla klesá. Kombinace modrého barviva a nažloutlé textilie způsobuje pokles jasů. Lidské oko vidí textilní materiál bělejší, protože přidáním modrého barviva byl zamaskován nažloutlý odstín textilie.



Obrázek 2: Vliv modření na odrazivosti světelného paprsku

Identifikace optického zjasňovacího prostředku na textilních materiálech pomocí fluorescence

Pokud slunce svítí na opticky zjasněný textilní materiál, optické zjasňující prostředky přetváří neviditelné ultrafialové záření na záření viditelné. Textilní materiál vyzařuje namodralé světlo a zdá se tak mnohem bělejší. Zároveň vyzařuje více viditelného světla a tím se zvyšuje jas textilního materiálu. [4], [5], [11]



Obrázek 3: Vliv opticky zjasňujících prostředků na odrazivosti světelného paprsku

Optické zjasňující prostředky jsou bezbarvé až slabě zbarvené organické sloučeniny, které jsou na textilní materiál aplikovány ve formě pasty, prášku nebo roztoku.

Optické zjasňující prostředky absorbují ultrafialové záření ($\lambda=330\div400$ nm) z dopadajícího světla, které je neviditelné pro lidské oko a převádí jej na viditelné světlo o delších vlnových délkách ($\lambda=420\div470$ nm). Toto vyzařené modro-fialové světlo nahrazuje na textilním materiálu úbytek remise způsobený nečistotami a přírodními pigmenty, zároveň je toto modro-fialové světlo příčinou tzv. zjasňujícího efektu. Takto upravený materiál se jeví lidskému oku jako brilantně bílý.

Zjasňování pomocí OZP je založen na principu fluorescence. Textilní materiál ošetřený optickými zjasňovacími prostředky absorbuje z dopadajícího světla kratší vlnové délky, které jsou bohaté na energii. Elektrony z molekul optických zjasňujících prostředků absorbují tuto energii a molekuly přecházejí do tzv. excitovaného stavu. Excitovaný stav není stabilní, elektrony se snaží dostat do základního (původního stavu), ve kterém jsou více stabilní. Tento přechod z excitovaného do základního stavu

je uskutečňován s emisí absorbované energie. Absorbované ultrafialové záření je převedeno na viditelné modro-fialové světlo. Schopnost fluorescence opticky zjasňujících prostředků je dána jejich chemickou strukturou, resp. přítomností konjugovaných dvojných vazeb.

Ve skutečnosti tedy optické zjasňující prostředky nezvyšují bělost a jas textilií, tak to vnímá jen lidské oko, protože je nejvnímavější právě v oblasti modrofialové oblasti spektra. Pro lidské oko je tato bílá líbivější než bílá neutrální (z neběleného materiálu). Optické zjasňující prostředky pouze přeměňují neviditelné ultrafialové světlo na viditelné. Základním efektem je odstranění deficitu záření v oblasti modré, tj. bělení bez dodatečného šednutí, které se objevuje spolu s modrým barvivem při modření.[5]

1.1 Využití optických zjasňujících prostředků

Použití optických zjasňujících prostředků bylo poprvé popsáno P. Krašem v roce 1929. Komerční využívání optických zjasňujících prostředků začalo až kolem roku 1940. V dnešní době existuje mnoho obchodních názvů, pod kterými je možné najít optické zjasňující prostředky. Mezi nejznámější patří Blankophor, Leucophor, Uvitex, Calcofluor, Rylux.

Před objevením optických zjasňujících prostředků se do prací lázně přidával živočišný extrakt eskulin. Eskulin je derivát kumarinu s modro-fialovou fluorescencí.

Optické zjasňující prostředky se nepoužívají pouze v textilním průmyslu. Nejčastěji se OZP používají při výrobě pracích prášků, papírenských výrobků, plastů, vosků, leštidel, kosmetických a vlasových přípravků. Největší část z produkce optických zjasňovacích prostředků je využita při výrobě čistících prostředků, okolo 40 %, zejména pracích prášků. Více než čtvrtina produkce OZP se používá k bělení v papírenském průmyslu (30 %). V textilním průmyslu je využito přibližně 25% z celkové produkce optických zjasňujících prostředků.[21]

1.1.1 Využití OZP v textilním průmyslu

V dnešní době již existují optické zjasňující prostředky pro všechny druhy textilních vláken. Stále však převládá aplikace na celulóзовé materiály. Optické zjasňování celulóзовých materiálů se nejen z ekonomického hlediska provádí jako samostatná operace jen výjimečně. Nejčastěji je optické zjasňování součástí bělení nebo finálních úprav, ale může být součástí jakékoliv operace.

Celulóзовá vlákna se nejčastěji zjasňují pomocí přímých a aniontových typů optických zjasňovačů. Na akrylová vlákna se používají kationtové typy optických zjasňujících prostředků. Polyesterová a viskóзовá vlákna jsou zjasňována disperzními typy OZP. Opticky zjasňovat je možné i materiály ze směsí přírodních a syntetických vláken, v tomto případě se pro každý materiál používá vlastní optický zjasňující prostředek.

Optické zjasňující prostředky se chovají stejně jako barviva, proto při jejich aplikaci musí být brán zřetel na stejné faktory jako při barvení (doba lázně, teplota lázně, pH vody, obsah soli, množství OZP, atd.). Nejdůležitějším faktorem je množství optických zjasňujících prostředků. Pokud by bylo OZP přidáno více než je optimální množství, nebude textilie bělejší, ale naopak bude bělost slábnout. A to i přes to, že fluorescence stále stoupá, nedodržení optimálního množství vede k podporování reflexe v určitých vlnových délkách a to je příčinou odklonu od „čistě bílé“.

Stejně jako u barviv se optické zjasňující prostředky aplikují diskontinuálně, kontinuálně nebo polokontinuálně. Při diskontinuální aplikaci se optické zjasňující prostředky „natahují“ z lázně na vlákno vlivem afinity OZP k vláknům. Kontinuální a polokontinuální zjasňování nevyužívá afinity k vláknům, základem je naklocování textilie v zjasňovací lázni a následné zafixování. Pokud se z nějakého důvodu nepovede textilní materiál dostatečně zjasnit, je možné po nějaké době optické zjasňování opakovat. [14][24]

Optické zjasňovací prostředky se neaplikují pouze na bílé textilní materiály. Při použití na barevné textilní materiály dochází k rozjasnění a zesílení barev.

Ze studie z roku 2004 provedené M. F. Esteves, A. C. de Noronha, R. M. Marinho z University of Minho v Portugalsku vyplývá, že efekt zesílení barev pomocí optických zjasňujících prostředků na barvených textiliích je závislý na barvě textilního materiálu. Studie byla provedena na vzorcích různě barevných bavlněných textilií, které byly prány při 60° C v osmi běžně dostupných pracích práškách. Největšího efektu zesílení barev pomocí optických zjasňovacích prostředků bylo možné pozorovat u tkanin fialových a modrých, naopak nejméně výrazné zesílení barev bylo zjištěno u textilií oranžových a červených. [6]

1.1.2 Využití OZP jako ochrana před UV zářením

Jak vyplývá z Arizona Agricultural Experiment Station Research Report, optické zjasňující prostředky mohou sloužit jako ochrana před nebezpečným UV zářením.

Sluneční záření obsahuje neviditelné ultrafialové (UV) paprsky, nadměrné UV záření může vést ke spálení pokožky, k jejímu rychlejšímu stárnutí a k rakovině kůže. Profesorka Kathryn Hatch z University of Arizona se od roku 2003 zabývá výzkumem oblečení, které by jeho nositele chránilo před škodlivými UV paprsky. Oděvy jsou ošetřeny optickými zjasňujícími prostředky, které jsou schopné ultrafialové paprsky pohltit.

Bylo zjištěno, že tyto ochranné oděvy mají větší účinnost než ochranné opalovací krémy. Pro hodnocení účinnosti ochrany byl zaveden pojem „ultrafialový ochranný faktor“ (UPF=ultraviolet protection factor), který je ekvivalentem „slunečního ochranného faktoru“ (SPF=sun protection factor). Aby bylo možné oděv považovat za ochranný proti UV záření, musí dosáhnout nejméně UPF 15. Oděvy, které dosáhnou UPF 40 a více jsou považovány za vynikající ochranu. Oděvy hodnocené UPF 50 propustí cca 2% škodlivých ultrafialových paprsků, UPF 25 cca 4% paprsků.

Profesorka Kathryn Hatch při svém výzkumu zjistila, že bavlněné textilie desetkrát vyprané v pracím prášku, který obsahuje optické zjasňující prostředky vykazují hodnotu UPF 15. Tyto oděvy propustí necelých 7% ultrafialových paprsků.

Ve studii je dále uvedeno, že profesorka Hatch se zabývá vývojem nových barviv, které by dokázaly chránit před ultrafialovými paprsky a také správnou koncentrací barviv a optických zjasňujících prostředků. Existují firmy, které se specializují na ochranu proti ultrafialovému záření pomocí finálních úprav textilií. Další firmy vyvinuly nové optické zjasňující prostředky, které by bylo možné přidávat do pracích prášků, a které vykazují větší schopnost ochrany před UV zářením. Tyto prací prášky však dosud nejsou komerčně dostupné.[15]

V dnešní době je možné na trhu nalézt oděvy s ochrannou proti UV záření, které pomáhají zamezit spálení pokožky, jejímu stárnutí a především vzniku rakoviny kůže. Je možné zakoupit trika, košile, kalhoty, čepice a dokonce i plavky s ochranou proti ultrafialovému záření. Podle profesorky Kathryn Hatch je nošení těchto oděvů nejlepší ochranou před škodlivým ultrafialovým zářením.

2. Fluorescence

Fluorescence je jev, který nastává v případě absorpce záření o kratší vlnové délce (excitaci) a následném vyzáření fotonů o delší vlnové délce, tzn. vykázání světla jiné barvy (emise). Fluorescenci je možné pozorovat po ozáření předmětu jiným zdrojem záření. Pokud záření přetrvává i po odstranění zdroje záření, jedná se o fosforescenci.

Fluorescenci jako první popsal britský vědec sir George Gabriel Stokes v roce 1852. Fyzicky byla popsána Alexandrem Jablonskim roku 1935 tzv. Jablonského diagramem. Z tohoto diagramu (obr.) vyplývá, že po excitaci o vhodné vlnové délce dochází k absorpci záření a molekula přechází ze základního elektronového stavu do excitovaného elektronového stavu. Část absorbované energie je předána ve formě tepelné energie do okolí (znázorněno vlnovkou). Zbylá energie může být vyzářena v podobě fluorescenčního fotonu a přejít tak zpět do základního stavu.



Obrázek 4: Zjednodušený Jablonského diagram zdroj:[25]

Fluorescence a fosforescence jsou druhy luminiscence lišící se od sebe tím, zda záření po odstranění zdroje ozařování vymizí (fluorescence) nebo přetrvává (fosforescence). Luminiscenci lze definovat jako samovolné záření, které vzniká jako

přebytek záření nad úrovní tepelného záření v dané spektrální oblasti při dané teplotě, přitom toto záření má určitou dobu doznívání, tedy trvá i po skončení budícího účinku.

Luminiscence se dělí, podle druhu jejího vzniku na:

- fotoluminiscenci – záření je vyvoláno elektromagnetickým zářením (např. žárovky, které vyzařují světlo, ale na povrchu jsou chladné)
- elektroluminiscenci – luminiscence je vyvolána elektrickým polem (např. reklamní panely, nouzová osvětlení)
- katodoluminiscenci – záření je vyvoláno dopadajícími elektrony
- chemoluminiscenci – je vyvolána chemickou reakcí (patří sem bioluminiscence = luminiscence vyvolaná živými organismy, např. luminiscence u světlušek, medúz)
- termoluminiscenci – záření vyvolané vzrůstem teploty po předchozím dodání energie (např. ohřevem)
- radioluminiscenci – vyvolaná působením jaderného záření
- triboluminiscenci – záření vznikne působením tlaku.[16]

Fluorescenci ve vzorku je možné pozorovat díky fluoroforům. Fluorofory jsou látky, které fluoreskují. Lze je rozdělit do dvou hlavních kategorií: vnitřní a vnější. Vnitřní fluorofory jsou ty, které se vyskytují v přírodě. Materiály, které je obsahují jsou tedy autofluorescenční. Příkladem vnitřního fluoroforu je chlorofyl. Pokud však materiál nemá vhodné fluorescenční vlastnosti nebo je jeho autofluorescence velmi slabá, přidávají se ke vzorku vnější fluorofory. Mezi nejznámější vnější fluorofory patří např. fluorescein nebo rhodamin. Vnější fluorofory lze rozdělit na:

- Fluorescenční značky
- Fluorescenční sondy
- Fluorescenční indikátory – fluorofory, které jsou citlivé na určitou látku

Doba trvání fluorescence je přibližně 10 nanosekund, je to průměrná hodnota času stráveného v excitovaném stavu. To znamená, že fluorescenci je možné pozorovat pouze v té době než se fotony z excitovaného stavu vrátí do stavu základního.[7][9][13]
[19]

2.1 Obory využití fluorescence a fluorescenční mikroskopie

Fluorescenci je možné sledovat pod fluorescenčním mikroskopem. Fluorescenční mikroskopie umožňuje odhalit přítomnost jen jediné hledané molekuly ve vzorku. I to se stalo důvodem využití fluorescenční mikroskopie v celé řadě oborů. Nejširší uplatnění nachází v medicíně, napomáhá k odhalení různých druhů bakterií, virů, makromolekul (DNA, RNA). V současné době se zkoumá, zda by fluorescenční mikroskopie mohla být využita k odhalování rakoviny.

Uplatnění našla i v mineralogii. Využívá se nejen pro určování minerálů, ale i k určení jejich chemického složení. Fluorescenční mikroskopie je uplatňována při vrtání ropy. Ropa září v celé škále barev od tmavě hnědé až po světle žlutou a tak je díky fluorescenční mikroskopii možné identifikovat i malé množství ropy.

Forenzní vyšetřovatelé využívají fluorescenci k nalezení různých skvrn (např. krevních), otisků prstů. Skvrny mohou být, díky fluorescenci, viditelné i po důkladném umytí.[7][13]

2.1.1 Využití fluorescence v textilním průmyslu

V neposlední řadě se fluorescenční mikroskopie využívá i v textilním průmyslu a to zejména k identifikaci barviv a pigmentů na textilních materiálech (zejména archeologických textilních nálezích). Tato metoda umožňuje prozkoumání textilií bez jejich výrazného porušení.

V Applied Physics A – Materials Science & Processing se uvádí, že fluorescenční mikroskopie může být využita i k prozkoumání textilií starých 2000 let, které byly nalezeny v jeskyni nedaleko Mrtvého moře. Fluorescenční mikroskopie umožnila vědcům identifikovat vlákna, jejichž původ nebylo možné identifikovat pod „klasickým“ optickým mikroskopem z důvodu jejich stáří a stavu. Dále bylo zkoumáno složení barviv použitých k obarvení textilií. Zjištěny byly také půdní částice obsažené ve vláknech. Vědci se domnívají, že tyto částice mohou napomáhat k pomalejšímu rozkladu textilií. [20]

Jak je uvedeno v Journal of Archaeological Science, fluorescenční mikroskopii k identifikaci barviv na textiliích použili i Ch. Baldia a K. Jakeš z Ohio State University, kteří zkoumali textili starou více než 1600 let, nalezenou v pohřebišti v jižním Ohio. Bylo tak vědcům umožněno zjistit, jaká barviva se v té době používala a jaká měla složení. Také bylo umožněno obnovit i dávno vybledlé a nyní již neviditelné vzory a zdobení na textiliích. [10]

Textile Research Institut v Princetonu využívá fluorescence a fluorescenční mikroskopie ke studiu změn ve vláknech a jejich struktuře. Vědci na vlákna nanášejí fluorescenční látky, aby mohli pozorovat změny vláken, které jsou jinak velmi málo zřetelné.

Díky fluorescenční mikroskopii je možné zjistit, zda byly na textilie nanесeny přidané látky během zušlechťovacího a dokončovacího procesu. Je možné zjistit, zda bylo vlákno ošetřeno optickým zjasňujícím prostředkem.

Fluorescenční mikroskopie je nedestrukční metoda a zároveň je levnější a šetrnější k životnímu prostředí než ostatní metody, proto se dá předpokládat její ještě hojnější využívání.

3. Identifikace optických zjasňujících prostředků pomocí Fluorescence

Firma Atsko Inc. ze Spojených států Amerických vznikla v roce 1933 a zabývala se výrobou prostředků na ochranu kožených lyžařských bot. V době, kdy se začali vyrábět plastové lyžařské boty, firma Atsko Inc. přešla na výrobu outdoorového oblečení např. jako jsou bezpečné oděvy pro lovce a myslivce. Tyto oděvy byly vyrobeny bez použití optických zjasňujících prostředků. Jak již bylo popsáno v kapitole 1., oděvy s obsahem OZP odrážejí pro lidské oko neviditelné ultrafialové paprsky, tyto paprsky však mohou vidět zvířata. Lovec oblečený v oděvu od firmy Atsko Inc. je méně viditelný pro zvířata, ale ne pro člověka. V současné době tato firma také vyrábí voděodolné impregnace, prostředky k ochranně před UV zářením, prací prostředky vhodné pro outdoorové oblečení (tzn. bez optických zjasňujících prostředků).

V roce 2007 provedla firma Atsko Inc. studii na vojenských bojových uniformách, pro které je velice důležité, aby minimalizovaly viditelnost v ultrafialovém spektru. Tyto uniformy jsou vyrobeny bez optických zjasňovačů. Je velmi důležité, aby tyto uniformy byly dále prány v pracích prostředcích bez obsahu optických zjasňujících prostředků.

V časopise Army Times a na internetových stránkách The Patriette vyšel seznam „bezpečných“ pracích prostředků pro praní vojenských bojových uniforem. Tyto prací prostředky by neměly obsahovat optické zjasňující prostředky nebo jen malé množství, aby byla zachována minimální viditelnost uniforem v ultrafialovém spektru. Mezi „bezpečné“ prací prostředky patří např. Tide, Woolite, Surf, Dreft, atd.

Firma Atsko Inc. zkoumala „bezpečnost“ těchto pracích prostředků. Vojenské bojové uniformy byly vyprány v pracích prostředcích ze seznamu Army Times a The Patriette. Následně byly uniformy usušeny a zkoumány pod lampou vytvářející ultrafialové záření (UV lampa). Tímto světlem byly osvětleny i samotné prací prostředky. Prací prostředky, s výjimkou Woolite, vykazovaly vysokou fluorescenci, to je zapříčiněno vysokým obsahem optických zjasňovacích prostředků v pracích prostředcích.

Na obrázku č. 5 jsou vojenské kalhoty, které jsou součástí uniformy, za denního světla a pod UV světlem. Kalhoty byly vyprány v jednom z „bezpečných“ pracích prostředků. Pod UV lampou kalhoty fluoreskovaly, což znamená, že v pracím prostředku byly obsaženy optické zjasňující prostředky.

Na obrázku č. 6 jsou vidět prací prostředky pod UV lampou. Kromě pracího prostředku Woolite obsahují všechny prací prostředky velké množství optických zjasňujících prostředků. Obsah OZP dokazuje záření pracích prostředků pod UV lampou. Tekutý prací prostředek Woolite téměř nefluoreskuje a tudíž obsahuje malé množství optických zjasňujících prostředků.



Obrázek 5: Vojenské kalhoty za denního světla a pod UV lampou



Obrázek 6: Prací prášky pod UV lampou

Firma Atsko Inc. ve své studii zjistila, že všechny prací prostředky, kromě Woolite, obsahují značné množství optických zjasňujících prostředků. Došla k závěru, že tyto prací prostředky nejsou vhodné k ošetření vojenských bojových uniforem, jak bylo uvedeno v Army Times a The Patriette. [27]

Jak bylo uvedeno v Photographic Preservation, identifikace optických zjasňujících prostředků by mohla sloužit k určování stáří fotografií.

Optické zjasňovací prostředky se mohou aplikovat i na papír, včetně fotografického. Optické zjasňovače se přidávají ke zvýšení bělosti papíru, který má jinak nažloutlý odstín. Optické zjasňující prostředky se do fotografického papíru začaly přidávat po roce 1950.

Konzervátorem P. Messierem byl proveden výzkum na 2076 černobílých fotografiích. U všech fotografií byl znám rok jejich vzniku, fotografie byly rozděleny do čtyřletých období, podle data jejich vzniku. Fotografie byly vkládány pod UV lampu, pomocí ultrafialového záření byl zjišťován obsah optických zjasňujících prostředků ve fotografiích. Dále byla zjišťována četnost fotografií s obsahem OZP v daných obdobích. Stáří fotografií je P. Messierem určováno podle množství fotografií s obsahem optických zjasňujících prostředků v určitém období. Bylo zjištěno, že před rokem 1950 žádná fotografie neobsahovala opticky zjasňující prostředek. V letech 1955-59 obsahovalo 31% fotografií OZP. Nejvíce vzorků s obsahem optických zjasňujících prostředků bylo zaznamenáno v letech 1960-64.

Pomocí této metody ještě není možné určit přesné stáří papíru. Je však možné zjistit vznik před rokem 1950, protože papír vyrobené před tímto rokem neobsahuje optické zjasňovací prostředky.[10]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktické části je zjistit, zda je možné pomocí fluorescence identifikovat optické zjasňovací prostředky na tkaninách, pleteninách a vláknech. V experimentu byly použity plošné textilie a vlákna ze 100% polyesteru a 100% bavlny. Textilní materiály byly vystaveny fluorescenci pod fluorescenčním mikroskopem Olympus BX51. Pod fluorescenčním mikroskopem byly zkoumány tkaniny, pleteniny, vlákna v podélném i příčném směru. Pro srovnání byly tkaniny a pleteniny vyfoceny klasickým digitálním fotoaparátem za denního světla.

4. Údaje o výzkumu

V kapitole jsou uvedeny údaje týkající se výzkumu, údaje o získaných vzorcích, druzích OZP, kterými byly zjasněny a jejich koncentracích. Dále jsou zde popsány metody, kterými byl výzkum prováděn. V poslední podkapitole jsou uvedeny předpokládané hypotézy.

4.1 Popis vzorků

Vzorky textilií byly získány od firmy Huntsman Textile Effects GmbH. Jedná se o tkaniny a pleteniny ze 100% polyesteru a pleteniny ze 100% bavlny, které byly ošetřeny různými optickými zjasňovači. Pro srovnání byly získány i vzorky neošetřených textilií ze 100% polyesteru a 100% bavlny.

Všechny polyesterové textilie byly opticky zjasňovány po dobu 30 minut při 130° C, poměr lázně 10:1, pH lázně 5.

Vzorek č. 1 – neošetřená tkanina ze 100% polyesteru

Vzorek č. 2 – tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 1% roztoku UVITEX® EDB

Vzorek č. 3 – tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,9% roztoku UVITEX® EDR

Vzorek č. 4 – tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,8% roztoku UVITEX® EBB

NEW

Vzorek č. 5 – tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,8% roztoku UVITEX®EVB

NEW

Vzorek č. 6 – pletenina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,4% roztoku UVITEX® EB-S

Vzorek č. 7 – pletenina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,4% roztoku UVITEX® ER-S

Vzorek č. 8 – pletenina ze 100% polyesteru bělená pomocí 1% roztoku UVITEX® EDB

Vzorek č. 9 – pletenina ze 100% polyesteru bělená pomocí roztoku z 0,35% UVITEX® EDB + 0,16% UVITEX® ER-S + 0,09% UVITEX® EB-S

Bavlněné vzorky byly opticky zjasněny při peroxidovém bělení po dobu 60 minut při teplotě 98° C, poměr lázně 1:10.

Vzorek č. 1 – neošetřená pletenina ze 100% bavlny

Vzorek č. 2 – pletenina ze 100% bavlny zjasněná 0,7% roztokem UVITEX® BHT LIQ 115%

Vzorek č. 3 – pletenina ze 100% bavlny zjasněná 0,7% roztokem UVITEX® BHB LIQ

Vzorek č. 4 – pletenina ze 100% bavlny zjasněná 0,4% roztokem UVITEX® BHV LIQ

4.2 Metody výzkumu

Údaje pro výzkum budou získány pomocí následujících metod:

1. Porovnání snímků tkanin a pletenin pořízených digitálním fotoaparátem za denního světla
2. Porovnání snímků tkanin a pletenin pořízených pod UV světlem
3. Studium vláken v podélném směru pod UV světlem
4. Studium vláken v příčném řezu pod UV světlem

Všechny metody byly aplikovány na všech výše uvedených vzorcích.

4.3 Hypotézy

H1: Předpokládalo se, že bude možné rozeznat rozdíl mezi textiliemi neošetřenými a ošetřenými pomocí OZP pouze vizuálně.

H2: Předpokládalo se, že bude možné na snímcích textilií pořízených pod UV světlem poznat rozdíl mezi neošetřenými textiliemi a textiliemi ošetřenými pomocí OZP a také rozdíl mezi rozdíly mezi textiliemi zjasněnými různými roztoky OZP.

H3: Předpokládalo se, že budou viditelné rozdíly v intenzitě fluorescence na bavlněných i polyesterových vláknech ošetřených různými OZP.

H4: Předpokládalo se, že u bavlněných i polyesterových vláken bude možné identifikovat OZP na základě hloubky průniku OZP do hmoty vlákna (studium příčného řezu vlákna).

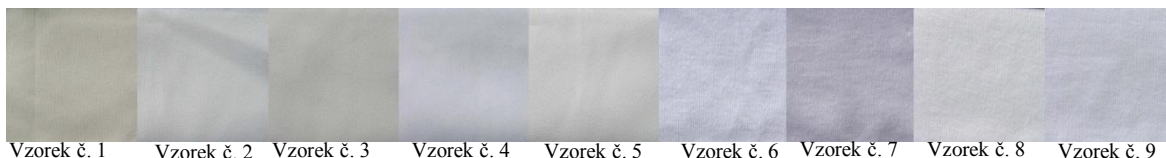
5. Vizuální identifikace optických zjasňujících prostředků na textiliích

Vizuální identifikace OZP na textiliích probíhala za denního světla, porovnáním se vzorky neošetřenými, jak bylo uvedeno v kapitole 4.1. Předpokládalo se, že bude možné pouhým okem rozpoznat rozdíl mezi neošetřenými a ošetřenými textiliemi.

Při identifikaci byl zjištěn rozdíl mezi neošetřenou textilií a textiliemi ošetřenými (obrázek č. 7). Neošetřená textilie (vzorek č. 1) má nažloutlý odstín, ostatní textilie jsou buď v různých odstínech bílé nebo šedé. Rozdíly mezi textiliemi jsou zřejmé pouze ve srovnání s reznou textilií – tzn. za pomoci kontrolního vzorku textilie, která nebyla opticky zjasněná.

Snímky představené na obrázku 7 byly pořízeny běžným digitálním fotoaparátem za stejných podmínek.

Hypotéza č. 1 se potvrdila, z toho plyne závěr, že je možné pouhým okem rozpoznat textilie ošetřené a neošetřené. Pokud bychom však měli posuzovat pouze jednu textilií, není možné říci, zda je ošetřená OZP či není.



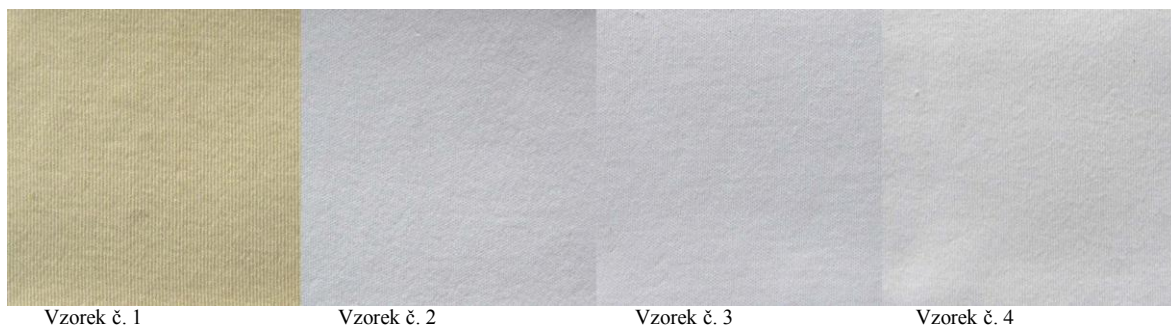
Obrázek 7: Porovnání textilií ze 100% polyesteru za denního světla

U textilií ze 100% bavlny byl zjištěn výrazný rozdíl mezi vzorkem rezným a opticky zjasněným (obrázek č. 8). Textilie neošetřená má velmi výrazný nažloutlý odstín. Textilie ošetřené OZP se jeví jako bílé. Rozdíl mezi těmito textiliemi je tak velký, že je možné i bez kontrolního vzorku identifikovat textilií opticky zjasněnou.

Fotografie byly pořízeny stejným způsobem jako u předcházející série snímků.

Hypotéza č. 1 potvrdila, že i u vzorků ze 100% bavlny je možné rozpoznat textilie ošetřené pomocí OZP od textilií neošetřených. Dále bylo zjištěno, že je možné

rozpoznat textilií ze 100% bavlny, která byla opticky zjasněná i bez použití kontrolního vzorku.



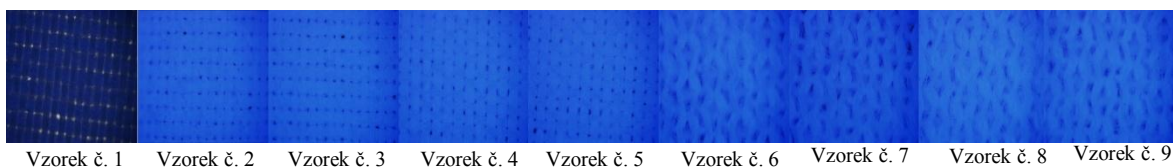
Obrázek 8: Porovnání textilií ze 100% bavlny za denního světla

6. Identifikace optických zjasňovacích prostředků na textiliích pomocí fluorescence

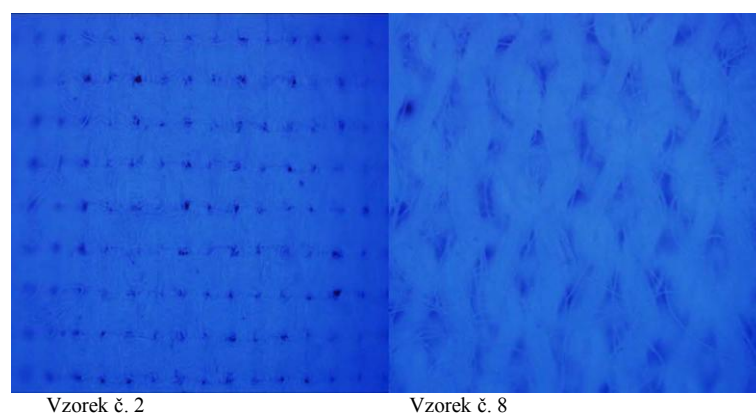
K identifikaci OZP na textiliích bylo použito mikroskopu značk Olympus, typ BX51 doplněného o zdroj UV světla. Všechny textilie byly zkoumány ve stejný den, aby byly zajištěny stejné okolní světelné podmínky pro pořízení snímků v UV světle. Při identifikaci bylo použito pětikrát zvětšujícího objektivu. Předpokládalo se, že bude možné pomocí fluorescence rozpoznat neošetřené textilie od ošetřených a zároveň se předpokládalo, že bude možné rozpoznat textilie ošetřené různými roztoky OZP.

6.1 Identifikace OZP na textiliích ze 100% polyesteru

Při zkoumání textilií pomocí fluorescence vyplynulo, že je možné rozeznat textilií neošetřenou od textilií ošetřených. Je možné identifikovat i textilií samotnou, bez kontrolního vzorku. Jak je vidět na obrázku č. 9, neošetřená textilie (vzorek č. 1) má nízkou intenzitu fluorescence, téměř zanedbatelnou v porovnání se vzorky ošetřenými OZP. Jsou zde vidět i malé rozdíly mezi ošetřenými textiliemi, a však to není dostačující pro určení rozdílných roztoků OZP, použitých pro zjasňování těchto vzorků. Vzorky č. 2 a 8 jsou ošetřeny stejným druhem OZP i stejným poměrem (1% UVITEX® EDB). Dalo by se tedy předpokládat, že budou vykazovat stejnou intenzitu fluorescence. Při porovnání obou vzorků (obrázek č. 10) je patrné, že však vzorek č. 8 má jasnější barvu fluorescence než vzorek č. 2.



Obrázek 9: Srovnání série vzorků textilií ze 100% polyesteru pod UV světlem: vzorek č. 1-režný, vzorky č. 2-9-ošetřené OZP

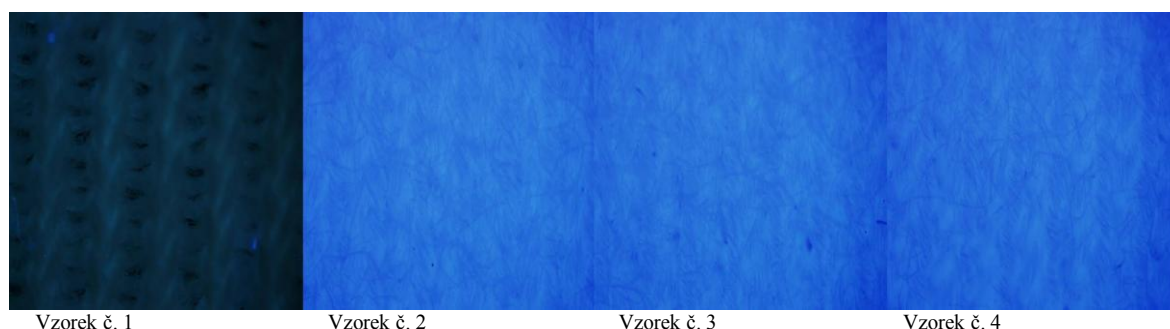


Obrázek 10: Fluorescence polyesterové tkaniny a pleteniny ošetřených stejným roztokem OZP

V tomto případě se hypotéza nevyplnila celá. Předpoklad, že bude možné identifikovat textilie bez OZP a s OZP byl správný. Ale použitou metodou nelze s určitostí identifikovat stejné druhy OZP na textiliích z polyesteru.

6.2 Identifikace OZP na textiliích ze 100% bavlny

Při identifikaci bavlněných textilií byl zjištěn rozdíl pouze mezi režnou a ošetřenou textilií. Neošetřená bavlněná textilie nevykazuje žádnou fluorescence – má tmavě modrý až naředlý odstín. Textilie ošetřené OZP vykazují světle modrou fluorescence. Všechny opticky zjasněné textilie mají stejnou barvu fluorescence (viz. obrázek 11), i když byly zjasněny různými druhy OZP i různými koncentracemi.



Obrázek 11: Srovnání série vzorků textilií ze 100% bavlny pod UV světlem, vzorek č. 1-režný, vzorek č. 2-4-ošetřený OZP

V případě vzorků z bavlněných textilií je možné identifikovat pouze ošetřené a neošetřené textilie. Tato identifikace je možná i bez kontrolního vzorku, protože textilie zjasněné OZP vykazují výraznou fluorescenci na rozdíl od rezné textilie, která nevykazuje žádnou fluorescenci.

7. Identifikace optických zjasňujících prostředků na vláknech pomocí fluorescence

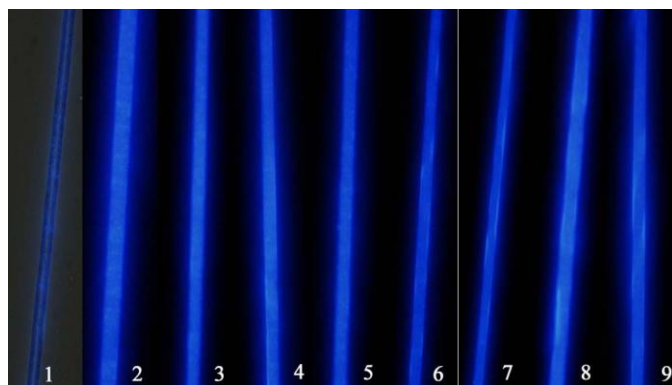
Vlákna pro tuto zkoušku byla získána ze vzorků tkanin a pletenin, ze kterých byly nejprve získány příze a poté rozvlákněním vlákna. Z vláken byly připraveny preparáty „na sucho“ – tzn. bez žádné imerzní kapaliny. Preparáty vláken byly zkoumány pod mikroskopem Olympus BX51, se zdrojem UV světla. K identifikaci byl použit padesátkrát zvětšující objektiv. Předpokládalo se, že bude možné rozeznat vlákna, která byla získána z ošetřených textilií od vláken z textilií neošetřených OZP.

7.1 Identifikace OZP na polyesterových vláknech

Získaná vlákna byla z matovaného polyesteru, proto je možné na povrchu vlákna vidět drobné tečky. Matování je rozpoznatelné i na ošetřených vláknech. Bylo zjištěno, že neošetřené vlákno vykazuje zcela menší intenzitu fluorescence než vlákna opticky zjasněná. Je tedy možné pod fluorescenčním mikroskopem určit, zda se jedná o vlákna s nebo bez OZP.

Opticky zjasněná vlákna vykazují různou intenzitu záření, ale tato odlišnost je velmi malá a tak není možné identifikovat různé druhy OZP nebo jejich různé konzistence. Vzorky č. 2 a 8, které jsou zjasněny stejným druhem OZP i ve stejném poměru, nevykazují stejnou intenzitu fluorescence. Stejně tomu bylo i při identifikaci plošných textilií pod UV světlem.

Bylo zjištěno, že vlákna získaná ze vzorků pletenin (vzorky č. 6-9) mají po svém obvodu místa s výraznější fluorescencí. Je možné se domnívat, že se jedná o místa, ve kterých bylo vlákno v přízi zapleteno. Výraznější místa by mohla být ta, která byla při optickém zjasňování nahoře. U tkanin žádná taková místa zjištěna nebyla, je tedy možné, že OZP lépe prostupují do tkanin, vzhledem k jejich menší tloušťce.



Obrázek 12: Fluorescence polyesterových před (vzorek č.1) a po aplikaci OZP (Vzorky č. 2-9)

Při této identifikaci se hypotéza 3 vyplnila, je možné rozpoznat neošetřená vlákna od opticky zjasněných vláken.

7.2 Identifikace OZP na bavlněných vláknech

Při identifikaci OZP na bavlněných vláknech se prokázalo, že opticky nezjasněné vlákno nevykazuje žádnou fluorescenci. Vlákná ošetřená pomocí OZP mají výraznou fluorescenci a je tedy možné vlákna od sebe rozeznat. Na neošetřeném vlákne je možné pozorovat pouze fluoreskující tečky přírodních nečistot, které jsou obsaženy ve vlákne. Vzorek č. 4 byl ošetřen 0,4% roztokem OZP, vlákna č. 2 a 3 roztokem 0,7%. To je možný důvod, proč vlákno ze vzorku č. 4 vykazuje slabší fluorescenci než vzorky č. 2 a 3. Rozdíl ve fluorescenci není ovšem tak výrazný, aby na jeho základě bylo možné určit, že jde o různé koncentrace OZP nebo jiné druhy.

Všechny bavlněné vzorky byly získány z pletenin, ale v tomto případě na jejich povrchu nejsou místa s výraznější fluorescencí jak tomu bylo u polyesterových vláken. Je to možná dáno tím, že bavlněná vlákna jsou více sorpční než vlákna polyesterová. Je také možné, že tato místa jsou hůře viditelná z hlediska struktury samotného vlákna – povrch polyesterového vlákna je hladší v porovnání s bavlněným vláknem, které je charakteristické svou konvolucí.



Obrázek 13: Srovnání bavlněných vláken pod UV světlem

V hypotéze 3 se předpokládalo, že bude možné rozlišit neošetřená vlákna od opticky zjasněných. Hypotéza se i v tomto případě potvrdila.

8. Identifikace OZP na příčných řezech vláken pomocí fluorescence

K tomuto výzkumu bylo nejprve nutné přizpůsobit ze vzorků textilií rozvláknit na dostatečný počet vláken. Z polyesterových vláken byly připraveny řezy do plechové destičky. Z bavlněných vláken byly pořízeny řezy pomocí ručního mikrotomu. Protože vlákna byla získána z přízí, které již poznamenala tkaná případně pletená vazba, docházelo k řadě problémů při přípravě jejich řezů. Vlákna bylo těžké vůči sobě urovnat, což mělo za následek nízkou kvalitu řezů.

Předpokládalo se, že u zástupců přírodních a syntetických vláken bude prokazatelná různá hloubka průniku OZP do hmoty vláken. U bavlněných vláken bude průnik OZP výraznější, díky lepším sorpčním vlastnostem bavlny v porovnání s polyesterem.

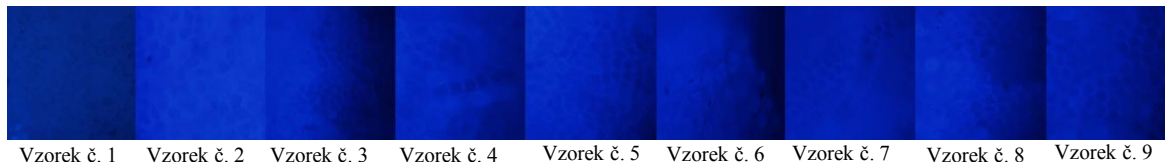
Identifikace byla provedena pod mikroskopem Olympus BX51, s přidaným zdroje UV světla. Všechny řezy polyesterových vláken byly zkoumány v jeden den, stejně tak řezy bavlněných vláken.

8.1 Identifikace OZP na příčných řezech polyesterových vláken

Pro zkoumání ošetřených polyesterových vláken bylo nutné použít na mikroskopu fluorescenční clonu, protože fluorescenční záření bylo velice intenzivní. Vlákna neošetřená je na vzorku č. 1 velice těžké identifikovat. Řezy jednotlivých vláken jsou o trochu tmavší než okolí. Na snímcích ošetřených vláken (viz. obrázek 14, vzorky 2-9) je snazší rozpoznat jednotlivá vlákna. Tím, že vzorky vláken pocházeli z textilií ošetřených OZP, je možné po obvodu vláken pozorovat intenzivnější fluorescenci.

Řez vláken byl pozorován pomocí padesátkrát zvětšujícího objektivu, ale toto zvětšení je nedostačující a není pro studium průniku OZP do hmoty vlákna vhodný. Vysoká intenzita fluorescence vláken ošetřených OZP zhoršuje možnost zaostření.

Shodu ve fluorescenci není možné pozorovat ani u vzorků 2 a 8, které jsou ošetřeny stejným druhem i koncentrací OZP.



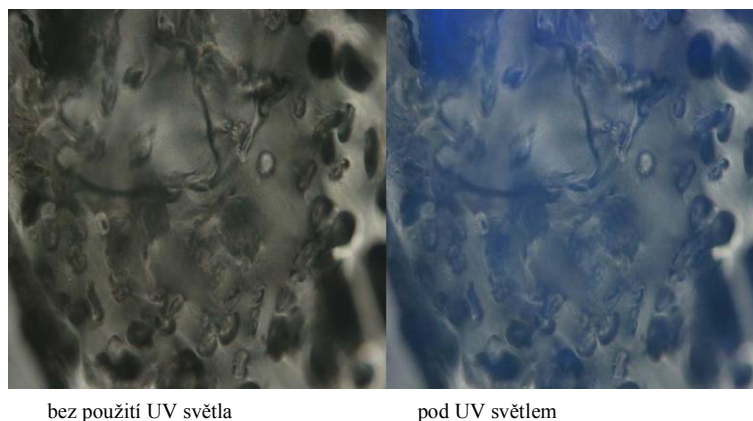
Obrázek 14: Porovnání fluorescence příčných řezů polyesterových vláken před a po aplikaci OZP

Hypotéza 4, která předpokládala, že bude možné identifikovat OZP na vláknech v příčném řezu, se nepotvrdila. Touto metodou není možné určit neošetřený vzorek vláken od ošetřených, pokud nebudeme mít k dispozici oba vzorky a možnost jejich srovnání. Aby bylo možné identifikovat OZP touto metodou, bylo by nutné dovybavit mikroskop objektivem s větším zvětšením než pouhých 50x.

8.2 Identifikace OZP na příčných řezech bavlněných vláken

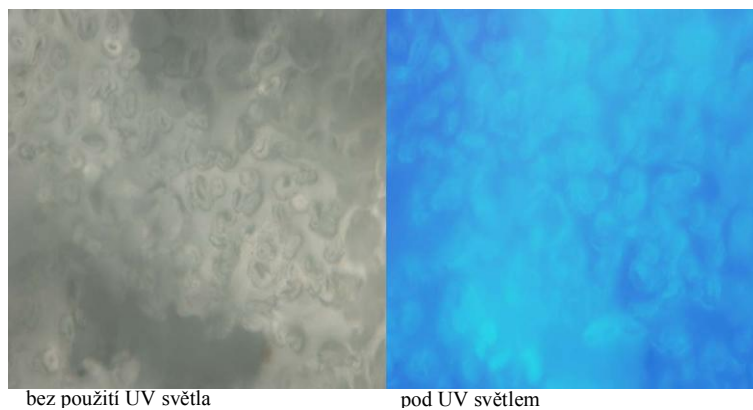
Řez bavlněnými vlákny bylo možné pozorovat i bez použití clony, jejich fluorescence neměla takovou intenzitu jako v případě polyesterových vláken. Vláknina byla i v tomto případě pozorována pod objektivem s 50x zvětšením. I v tomto případě bylo zvětšení nedostačující a nebylo možné dokonale prozkoumat jednotlivé řezy. Často jednotlivé řezy vláken nebylo možné identifikovat, proto je pro srovnání vždy pořízen snímek řezu bez a s použitím UV světla. I u bavlněných vláken byla vykázaná silná fluorescence, což velmi ztěžovalo možnost zaostření.

Řez vláken z neošetřené textilie nevykazuje žádnou fluorescenci. Jednotlivá vlákna lze zde snadno identifikovat. Velmi dobře je viditelný i lumen, který je tmavší než zbytek vlákna.

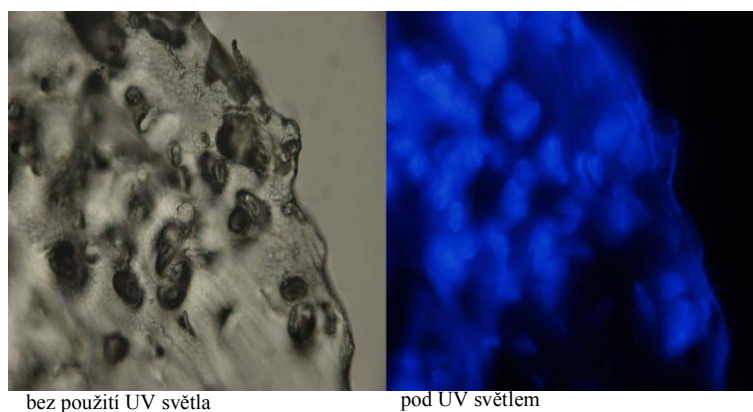


Obrázek 15: Srovnání vzorku č. 1 bez použití a s použitím UV světla

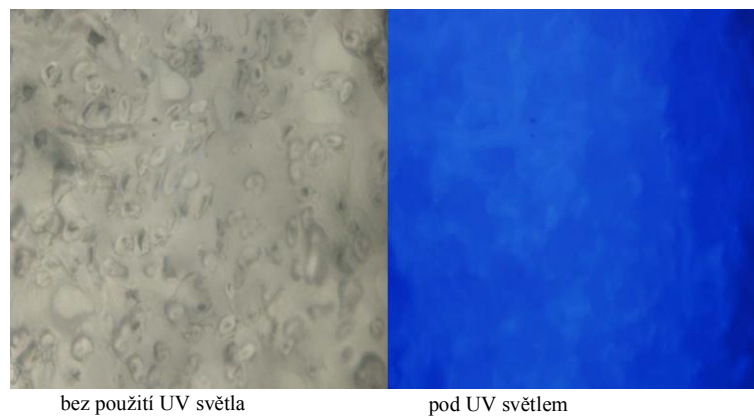
U vzorků vláken z ošetřených textilií je velmi těžké identifikovat samotná vlákna. Vláknina svítí světleji než jejich okolí. U opticky zjasněných vláken jde velmi těžko rozeznat lumen. Lumen je buď o trochu tmavší než vlákno, nebo splývá s vláknem a není ho tedy možné identifikovat.



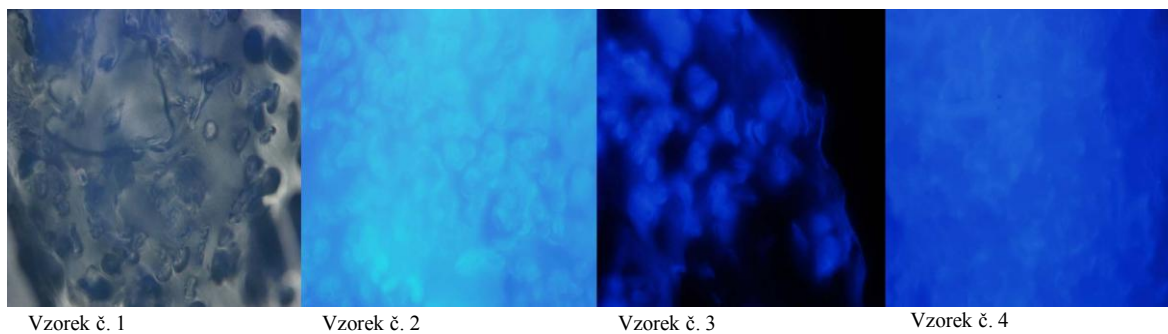
Obrázek 16: Srovnání vzorku č. 2 bez použití a s použitím UV světla



Obrázek 17: Srovnání vzorku č. 3 bez použití a s použitím UV světla



Obrázek 18: Srovnání vzorku č. 4 bez použití a s použitím UV světla



Obrázek 19: Srovnání bavlněných vláken v příčném řezu pod UV světlem

Předpokládalo se, že podle hypotézy 4 bude možné identifikovat v příčném řezu různé druhy OZP. Tato hypotéza se nepotvrdila. Je možné odlišit neošetřená vlákna od vláken ošetřených. Identifikace je možná i bez použití kontrolního vzorku, protože nezjasněná vlákna nevykazují žádnou fluorescenci na rozdíl od zjasněných vláken.

Je možné předpokládat, že by identifikace byla úspěšnější za použití objektivu s vyšším zvětšením.

9. Diskuze

Hypotéza 1 předpokládala, že bude možné rozeznat rozdíl mezi textiliemi neošetřenými a ošetřenými pomocí OZP na fotografiích pořízených za denního světla.

Z výzkumu za použití běžného digitálního fotoaparátu vyplynulo, že je možné rozeznat zjasněné a nezjasněné textilie. Nezjasněné polyesterové textilie je možné rozpoznat pouze v porovnání se zjasněnými textiliemi. Nezjasněná bavlněná textilie může být identifikována i bez použití zjasněných textilií k porovnání. Hypotéza se vyplnila.

Hypotéza 2 předpokládala, že bude možné pod UV světlem poznat rozdíl mezi nezjasněnými a zjasněnými textiliemi, a také rozdíl mezi různě zjasněnými textiliemi.

Výzkum hypotézu potvrdil jen z části, bylo možné rozeznat rozdíl mezi ošetřenými a neošetřenými textiliemi, nebylo však možné identifikovat textilie s různými druhy OZP.

Hypotéza 3 předpokládala, že bude možné rozeznat různě zjasněná vlákna v podélném směru pod UV světlem.

Hypotéza se nepotvrdila. Bylo možné rozeznat pouze rozdíl mezi nezjasněnými vlákny a vlákny opticky zjasněnými.

Hypotéza 4 předpokládala, že bude možné u vláken v příčném řezu identifikovat OZP na základě intenzity záření po obvodě vláken a síly prostoupení OZP do vlákna.

Výzkumem bylo zjištěno, že není možné tímto způsobem rozeznat různě zjasněná vlákna. Je možné rozeznat zjasněná a nezjasněná bavlněná vlákna. U polyesterových vláken je možné tento rozdíl rozeznat pouze za předpokladu, že bude k dispozici vzorek ke srovnání. Hypotéza se nepotvrdila.

Z výzkumu vyplynulo, že je možné všemi zkoumanými způsoby rozeznat opticky zjasněné textilie od nezjasněných. V některých případech je však nutné použít vzorky ke srovnání. Výzkum však ukázal, že není ani v jednom z případů možné identifikovat různé druhy OZP použitých pro ošetření textilií.

Aby tato identifikace byla možná, měly by vzorky být zkoumány pod mikroskopem, který umožňuje větší zvětšení, než při kterém byl prováděn tento výzkum. Dále by bylo vhodné, aby byl mikroskop umístěn v tmavé místnosti bez oken,

protože za denního světla chytá mikroskop světlo z místnosti a výsledky tak nejsou přesné.

Bylo by také vhodné, aby vlákna nebyla získávána z textilií, protože už jen samotným předáním se vlákna deformují a je potom obtížné vyrobit jejich kvalitní příčný řez.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda je možné identifikovat optické zjasňující prostředky na textilních materiálech. Bylo zjištěno, že je možné ve většině případů rozpoznat rozdíl mezi materiálem zjasněným a rezným. Výzkumem se ale prokázalo, že za současných podmínek není možné rozpoznat na textilních materiálech různé druhy OZP.

K lepší identifikaci by jistě napomohl více zvětšující objektiv, kterým by bylo možné lépe zkoumat příčné řezy vláken. K lepší identifikaci OZP na vláknech v příčném řezu by dále pomohlo získání vzorků samotných vláken, která nebudou deformována předem, tkaním či pletením.

Další možností pro lepší výsledky výzkumu by bylo umístění mikroskopu do tmavé místnosti, která by se podobala „tmavé komoře“, kterou používají fotografové. Bylo zjištěno, že mikroskop umístěný v běžné místnosti má tendenci si stahovat světlo z okolí a tím mění výsledky fluorescence.

Výzkumem také bylo zjištěno, že je nutné používat clonu mikroskopu při zkoumání opticky zjasněných polyesterových vláken v příčném řezu. Tyto řezy vykazují velkou intenzitu záření, kterou není člověku příjemné pozorovat.

Výzkum tedy poukázal na to, že současné vybavení a umístění mikroskopu není zcela vhodné ke zkoumání fluorescence na textilních materiálech. Je také zcela nevhodné ke zkoumání opticky zjasněných vláken v příčném řezu.

By bylo zajímavé pokračovat ve výzkumu identifikace OZP pomocí fluorescence např. u jiných vzorků než jsou polyesterové a bavlněné textilní materiály. Dále by mohlo být zajímavé zaměřit pokus na opticky zjasňující prostředky obsažené v pracích prostředcích. Bylo by zajímavé zjistit, zda je možné pozorovat rozdíl v intenzitě fluorescenčního záření po opakovaném praní.

Literatura

- [1] ALVAREZ, J.; LIPP-SYMONOWICZ, B.: Examination of the absorption properties of various fibres in relation to UV radiation. AUTEX Research Journal [on-line]. June 2003, vol. 3, No 2. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <<http://www.autexrj.org/No2-2003/0057.pdf>>. ISSN: 1470-9589.
- [2] ASPLAND, J.R.: Whiter textile colour application research?. Dyes and Pigments. October 2000, vol. 47, s. 201-206. ISSN: 0143-7208.
- [3] BURNS, M.: Instrumental measurement of optically brightened textiles. Techexchange. [on-line][cit. 3.12.2008]. Dostupné z <<http://www.techexchange.com/thelibrary/InstrMsmTextiles.html>>.
- [4] CARR, CH. M. : Chemistry of the textiles industry. [on-line]. London: Springer, 1995. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <<http://books.google.com/books?id=e9Uy3umkVmUC&pg=PP1&dq=chemistry+of+the+textiles+industry&client=firefox-a>>. ISBN: 0751400548.
- [5] Discover UVITEX® World. The handbook of fluorescent whitening of textiles. Hunstman textile effects (Germany) GmbH. September 2006. Pub. no.: 7600014E.
- [6] ESTEVES, M. F.; NORONHA, A. C.; MARINHO, M.: Optical brighteners effect on white and coloured textiles. World textiles conferences – 4th AUTEX Conferences. [on-line]. 22.-24.6.2004. [cit. 10.2.2009] Dostupné z <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/2021/1/Optical.pdf>>
- [7] GUILBAULT, G. G.: Practical Fluorescence. [on-line]. New York: CRC Press, 1990. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <http://books.google.com/books?id=7eI3AVl4dDsC&dq=practical+fluorescence&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=D7UWSr_wE8SD_AbV7oT1DA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4#PPT1,M1>. ISBN: 9780824783501.
- [8] HARLIN, A.; MÄKINEN, M.; VUORIVIRTA, A.: Development of polymeric optical fibre fabrics as illumination elements and textile displays. AUTEX Research Journal. [on-line]. March 2003, vol. 3, No 1. [cit. 3.1.2009]. Dostupné z <<http://www.autexrj.org/No1-2003/0048.pdf>>. ISSN: 1470-9589.
- [9] HOF, M.; HUTTERER, R.; FIDLER, V.: Fluorescence spectroscopy in biology: Advanced methods and their application to membranes, proteins, DNA and cells. [on-line]. London: Springer, 2005. [cit. 3.1.2009]. Dostupné z <<http://books.google.com/books?id=2022edTHMMEC&pg=PP1&dq=fluorescence+spectroscopy+in+biology&client=firefox-a>>. ISBN: 9783540223382.
- [10] JAKES, K.: Forensic photography brings color back to ancient textiles. Innovation report. [on-line]. 9.2.2007. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z

<http://www.innovations-report.de/html/berichte/biowissenschaften_chemie/bericht-78553.html>.

- [11] KUMAR, A.; CHODHURY, R.: Textile preparation and dyeing. [on-line]. New Hampshire: Science Publishers, 2006. [cit. 15.2.2009]. Dostupné z <<http://books.google.com/books?id=0TamObsaaPQC&pg=PP1&dq=textile+preparation+and+dyeing&client=firefox-a>>. ISBN: 1578084040.
- [12] LACASSE, L.; BAUMANN, W.: Textile chemicals: Enviromental data and facts. [on-line]. London: Springer, 2004. [cit. 15.2.2009]. Dostupné z <http://books.google.com/books?id=QNMSnUbxvsIC&dq=handbook+of+fibre+science+and+technology&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=c7YWSpesFsuxsgaxuPyQAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7>. ISBN: 9783540408154.
- [13] LAKOWICZ, J. R.: Principles of fluorescence spectroscopy: Joseph R. Lakowicz. [on-line]. London: Springer, 2006. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <http://books.google.com/books?id=PSybuLNxcAC&dq=principles+of+fluorescence+spectroscopy&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=4bQWSuWeIMGysAbM14yRAG&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7>. ISBN: 9780387312781.
- [14] LEWIN M.; SELLO, S. B.: Handbook of fiber science and technology. [on-line]. New York: CRC Press, 1993. [cit. 5.2.2009]. Dostupné z <http://books.google.com/books?id=QNMSnUbxvsIC&dq=handbook+of+fibre+science+and+technology&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=VbUWSqmkOoSK_QadvYGKDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7#PPT1,M1>. ISBN: 9780824771171.
- [15] LITTLEFIELD, J.: Beyond sunscreen lotion. Arizona agricultural experiment station research report. [on-line]. 2003. [cit. 27.11.2009]. Dostupné z <http://cals.arizona.edu/pubs/general/resrpt2003/article9_2003.html>.
- [16] Luminiscence. Wikipedia otevřená encyklopedie. [on-line]. c2002, poslední revize 10.5.2009. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Luminiscence>>.
- [17] MACHÁŇOVÁ, D.: Předúprava textilií I. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN: 8070839716.
- [18] MACHÁŇOVÁ, D.: Předúprava textilií II. Liberec: Technická univerzita, 2008. ISBN: 9788073722777.
- [19] MÜLLER, M.: Introductin to confocal fluorescence microscopy. [on-line]. Bellingham: SPIE Press, 2006. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <<http://books.google.com/books?id=t7N4G4x9zGcC&printsec=frontcover&dq=introduction+to+confocal+fluorescence+microscopy&client=firefox-a#PPT1,M1>>. ISBN: 0819460435.

- [20] MÜLLER, M.; MURPHY, B.; BURGHAMMER, M.; SNIGIREVA I.; RIEKEL, C.; GUNNEWEG, J.; PANTOSE, E.: Identification of single archeological textile fibres from the cave of letters using synchrotron radiation microbeam diffraction and microfluorescence. Applied physics. A, materials science & processing. [on-line]. 2006, vol. 83. [cit. 5.12.2008]. Dostupné z <http://www.springerlink.com/content/cnv743252116227q/?p=4066be5b2a0c4130a40de56589920f32&pi=3>. ISSN: 0947-8396.
- [21] NIIR Board of consultants & engineers: The complete book on natural dyes & pigments. [on-line]. Delhi: National institute of industrial research. [cit. 15.12.2008]. Dostupné z http://books.google.com/books?id=wG8cLCAJr2cC&dq=the+complete+book+on+natural+dyes+and+pigments&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=CLYWSO6H8WOsAaylpGRag&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4#PPT34,M1. ISBN: 9788178330327.
- [22] Optical brighteners. Ciba Speciality Chemicals Inc. Basel, 1999. Pub. No. 016263040e/CH.
- [23] PANDA, H.; PANDA, R.: Fluorescent brighteners and optical whitening agents. Science Tech Entrepreneur. [on-line]. [cit. 23.1.2009]. Dostupné z http://www.techno-preneur.net/information-desk/sciencetech-magazine/2006/july06/Fluorescent_brighteners.pdf.
- [24] SOUZA, D. M.: Fabric care. [on-line]. New Delhi: New Age International Limited Publishers, 1998. [cit. 27.11.2008]. Dostupné z <http://books.google.com/books?id=LA0NdnTHmLMC&printsec=frontcover&client=firefox-a>. ISBN: 8122411436.
- [25] SÝKORA, J.: Fluorescenční mikroskopie a fluorescenční korelační spektroskopie jako nástroje pro měření velikosti a pohyblivosti nanočástic. [on-line]. [cit. 23.1.2009]. Dostupné z http://www.jh-inst.cas.cz/3nastroje/data/dokument/soubor/Sbornik_Sykora_prednaska_LS2008.pdf.
- [26] TYAGI, O. D.; YADAV, M. S.; YADAV, M.: A textbook of synthetic dyes. [on-line]. New Delhi: Anmol Publications PUT.Ltd., 2002. [cit. 3.1.2009]. Dostupné z http://books.google.com/books?id=Xdq1G6hzbB8C&dq=A+Textbook+of+Synthetic+Dyes&printsec=frontcover&source=bl&ots=pQE2pvZKsZ&sig=_1cMP0mQsyEdUgmvIhRiejuNv4U&hl=en&ei=V4cWSpjWINHJ_gatldHYDA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1. ISBN: 8170413494.
- [27] Washing army combat uniform. Atsko. [on-line]. [cit. 10.4.2009]. Dostupné z <http://www.atsko.com/articles/clothing-care/washing-acu-army.html>.
- [28] White assessment. Basics for white validation. Huntsman Textile Effects (Germany) GmbH. June 2007. Pub. No.: 7110001e.

- [29] ZOLLER, V.; SOSIS, P.: Handbook of detergents: Production. [on-line]. New York: CRC Press, 2008. [cit. 3.1.2009]. Dostupné z <http://books.google.com/books?id=dXn3aB1DKk4C&pg=PR15&lpg=PR15&q=handbook+of+detergents:+Production&source=bl&ots=eOdoTdF2v2&sig=SDVRLZtpu9jVMs3qV2NfADvjcxg&hl=en&ei=BLQWSrj-BIu2_Abl0dn2DA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1>.ISBN: 0824703499.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vliv nevybělené, opticky nezjasněné textilie na odrazivosti světelného paprsku.....	10
Obrázek 2: Vliv modření na odrazivosti světelného paprsku.....	10
Obrázek 3: Vliv opticky zjasňujících prostředků na odrazivosti světelného paprsku.....	11
Obrázek 4: Zjednodušený Jablonského diagram zdroj:[25]	16
Obrázek 5: Vojenské kalhoty za denního světla a pod UV lampou	21
Obrázek 6: Prací prášky pod UV lampou	21
Obrázek 7: Porovnání textilie ze 100% polyesteru za denního světla	26
Obrázek 8: Porovnání textilií ze 100% bavlny za denního světla	27
Obrázek 9: Srovnání série vzorků textilií ze 100% polyesteru pod UV světlem: vzorek č. 1-režný, vzorky č. 2-9-ošetřené OZP	28
Obrázek 10: Fluorescence polyesterové tkaniny a pleteniny ošetřených stejným roztokem OZP	29
Obrázek 11: Srovnání série vzorků textilií ze 100% bavlny pod UV světlem, vzorek č. 1-režný, vzorek č. 2-4- ošetřený OZP	29
Obrázek 12: Fluorescence polyesterových před (vzorek č.1) a po aplikaci OZP (Vzorky č. 2-9).....	32
Obrázek 13: Srovnání bavlněných vláken pod UV světlem	33
Obrázek 14: Porovnání fluorescence příčných řezů polyesterových vláken před a po aplikaci OZP	34
Obrázek 15: Srovnání vzorku č. 1 bez použití a s použitím UV světla	35
Obrázek 16: Srovnání vzorku č. 2 bez použití a s použitím UV světla	36
Obrázek 17: Srovnání vzorku č. 3 bez použití a s použitím UV světla	36
Obrázek 18: Srovnání vzorku č. 4 bez použití a s použitím UV světla	36
Obrázek 19: Srovnání bavlněných vláken v příčném řezu pod UV světlem.....	37

Přílohy

Příloha č. 1 – Fotografie polyesterového vzorku č. 1

Příloha č. 2 – Fotografie polyesterového vzorku č. 2

Příloha č. 3 – Fotografie polyesterového vzorku č. 3

Příloha č. 4 – Fotografie polyesterového vzorku č. 4

Příloha č. 5 – Fotografie polyesterového vzorku č. 5

Příloha č. 6 – Fotografie polyesterového vzorku č. 6

Příloha č. 7 – Fotografie polyesterového vzorku č. 7

Příloha č. 8 – Fotografie polyesterového vzorku č. 8

Příloha č. 9 – Fotografie polyesterového vzorku č. 9

Příloha č. 10 – Fotografie bavlněného vzorku č. 1

Příloha č. 11 – Fotografie bavlněného vzorku č. 2

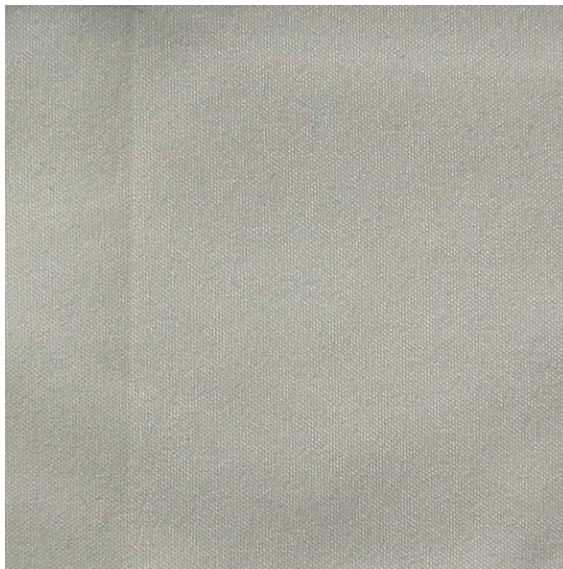
Příloha č. 12 – Fotografie bavlněného vzorku č. 3

Příloha č. 13 – Fotografie bavlněného vzorku č. 4

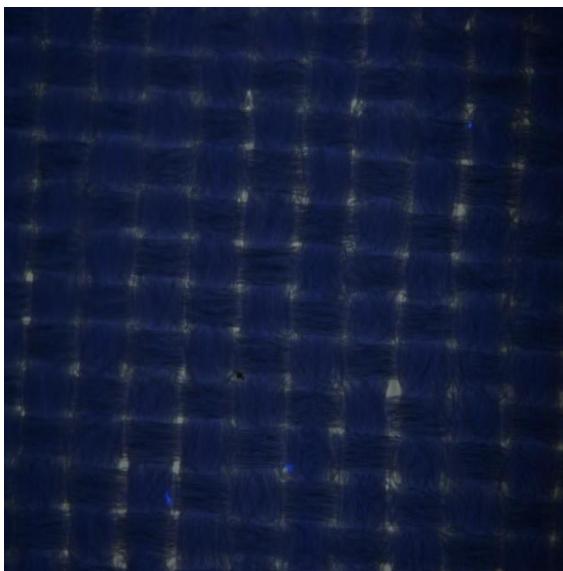
Příloha č. 1 – Fotografie polyesterového vzorku č. 1

neošetřená tkanina ze 100% polyesteru

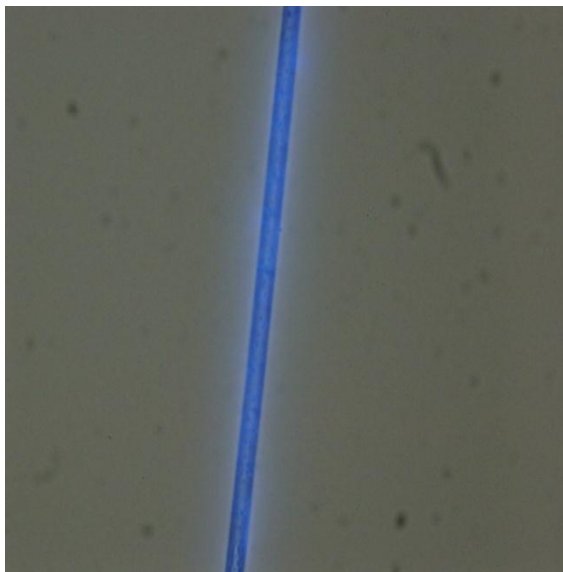
1) z běžného digitálního fotoaparátu



2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



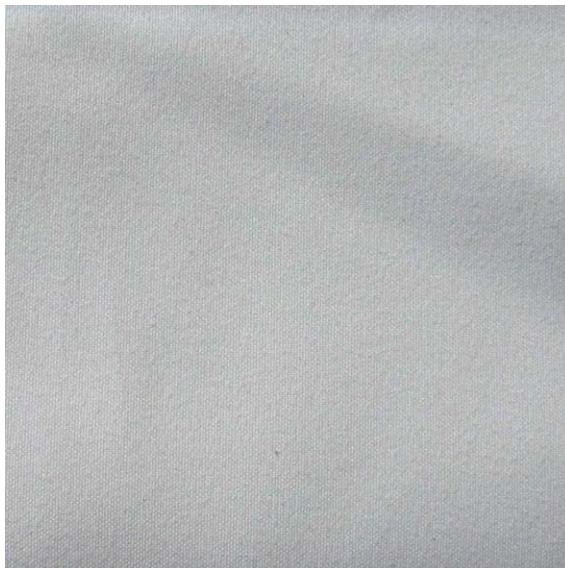
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



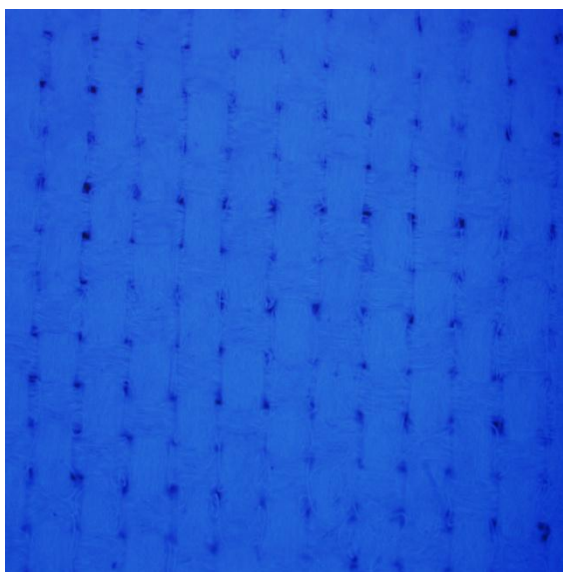
Příloha č. 2 – Fotografie polyesterového vzorku č. 2

tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 1% roztoku UVITEX® EDB

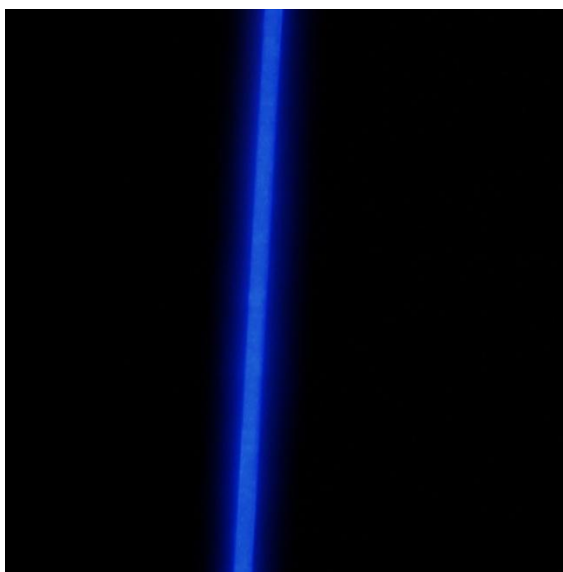
1) z běžného digitálního fotoaparátu



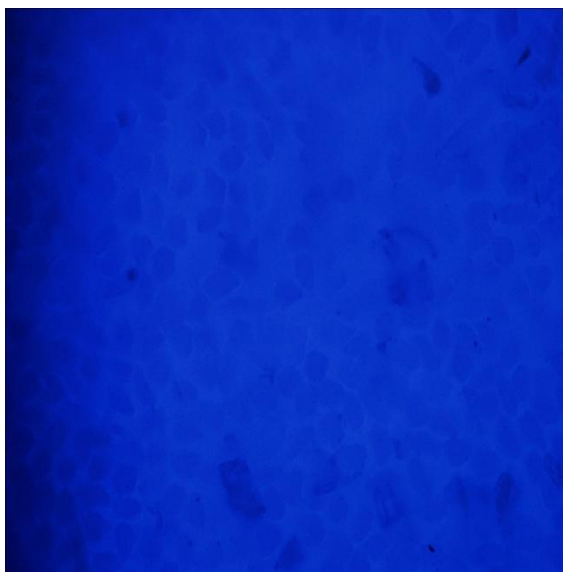
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



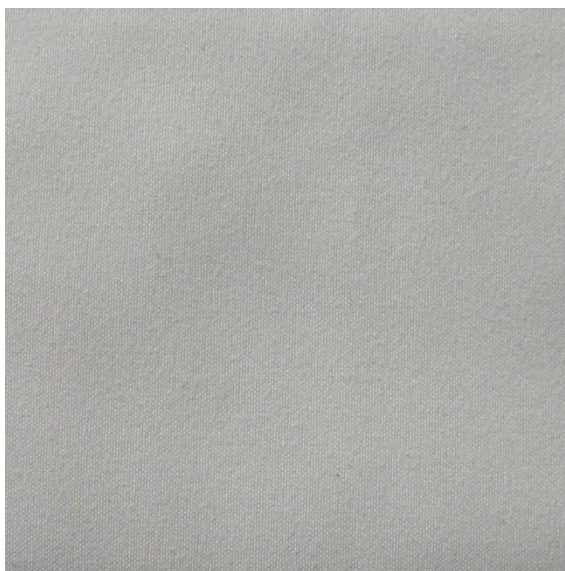
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



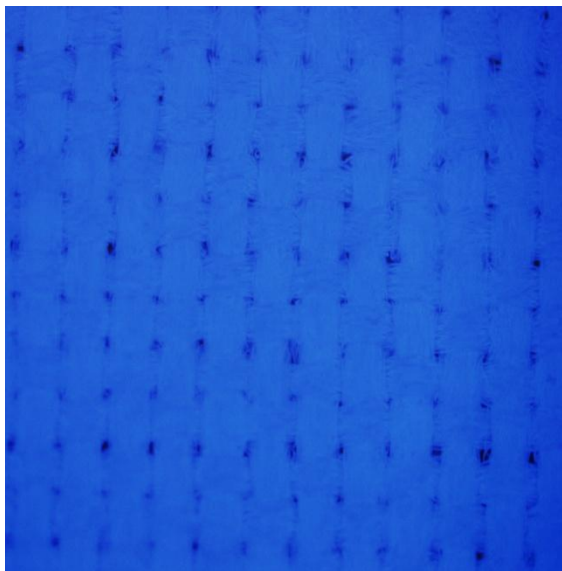
Příloha č. 3 – Fotografie polyesterového vzorku č. 3

tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,9% roztoku UVITEX® EDR

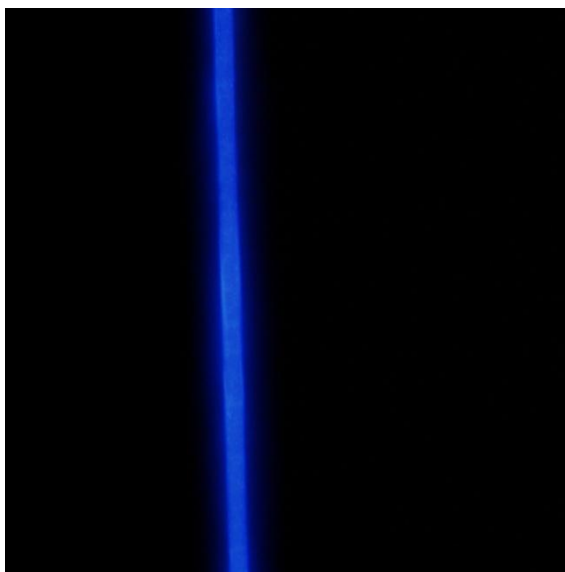
1) z běžného digitálního fotoaparátu



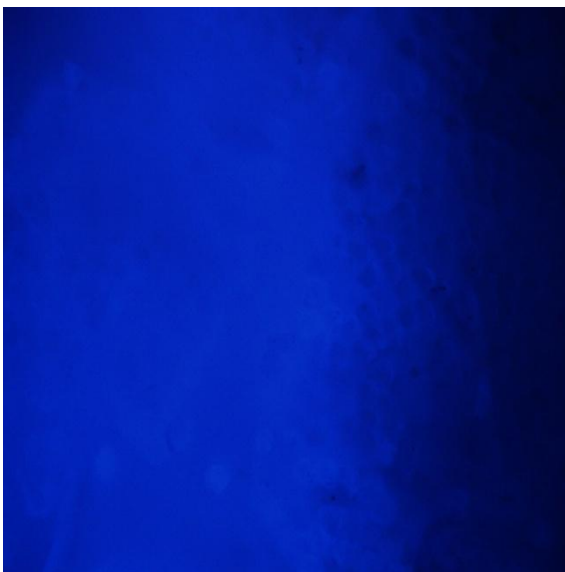
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



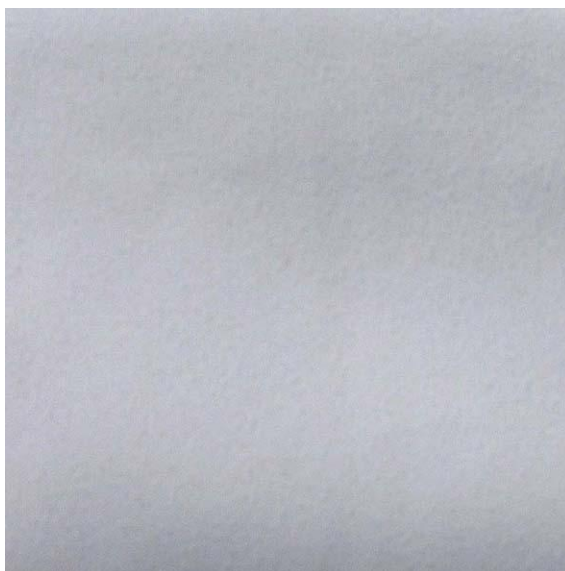
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



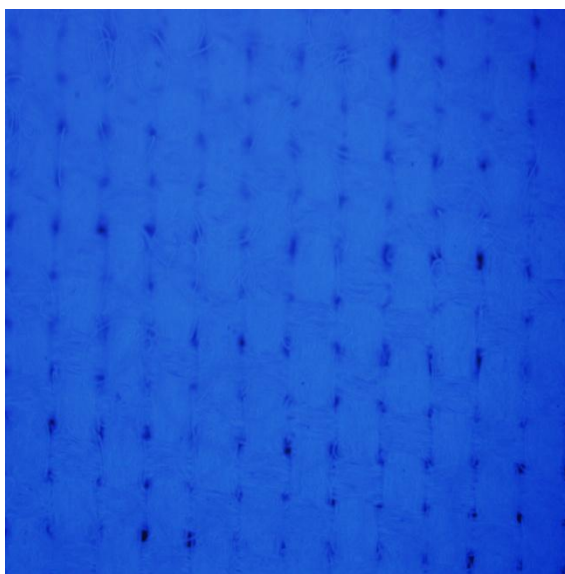
Příloha č. 4 – Fotografie polyesterového vzorku č. 4

tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,8% roztoku UVITEX®EBB NEW

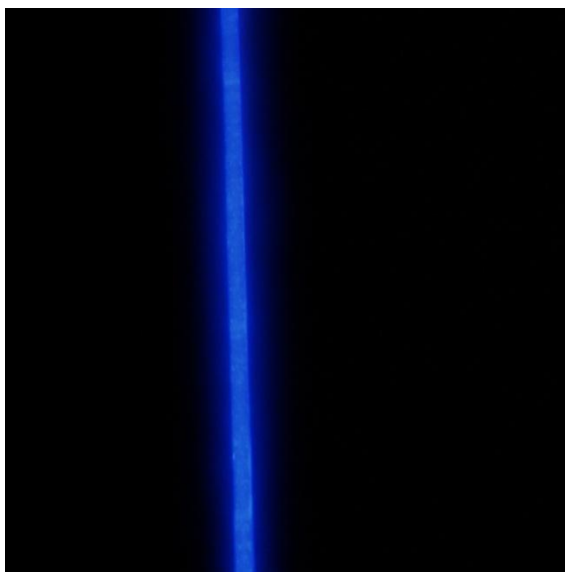
1) z běžného digitálního fotoaparátu



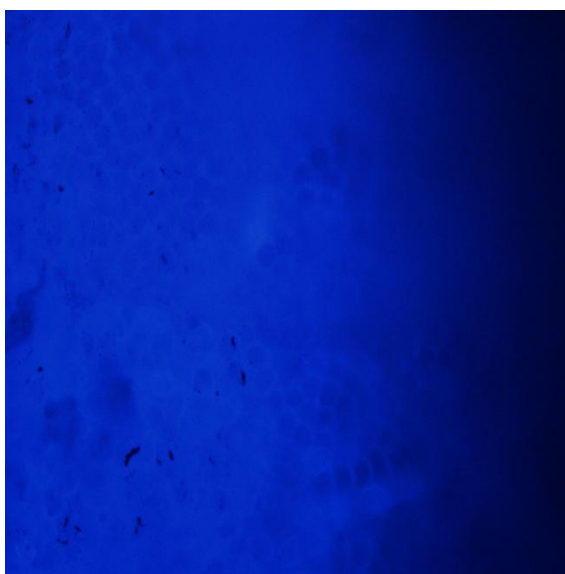
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



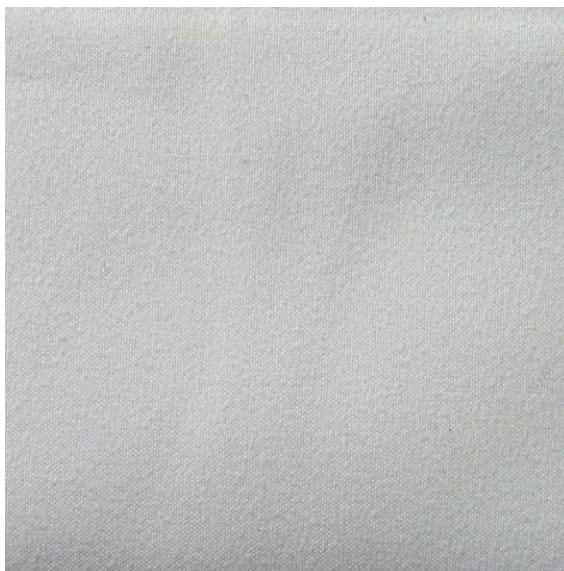
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



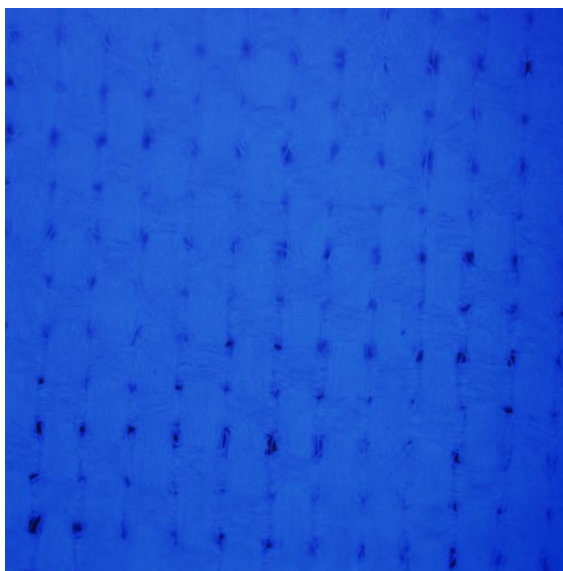
Příloha č. 5 – Fotografie polyesterového vzorku č. 5

tkanina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,8% roztoku UVITEX®EVB NEW

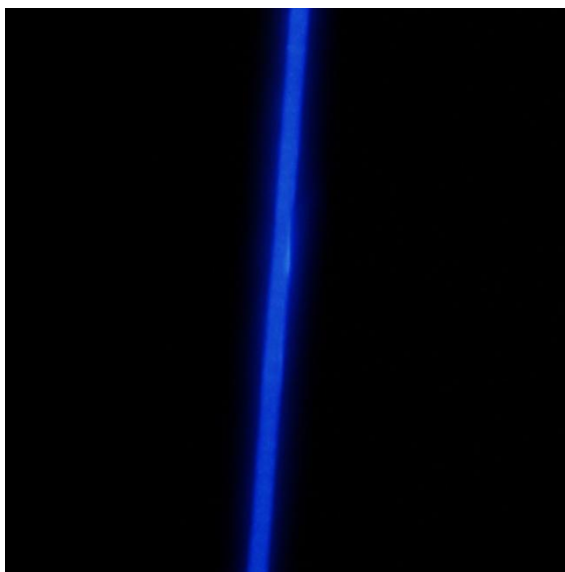
1) z běžného digitálního fotoaparátu



2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



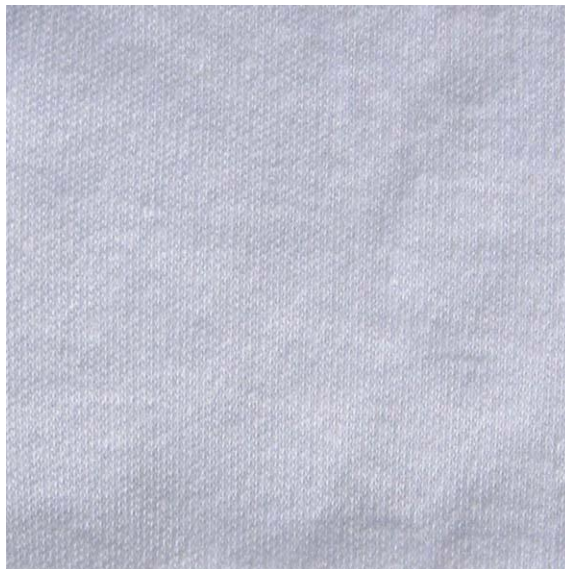
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



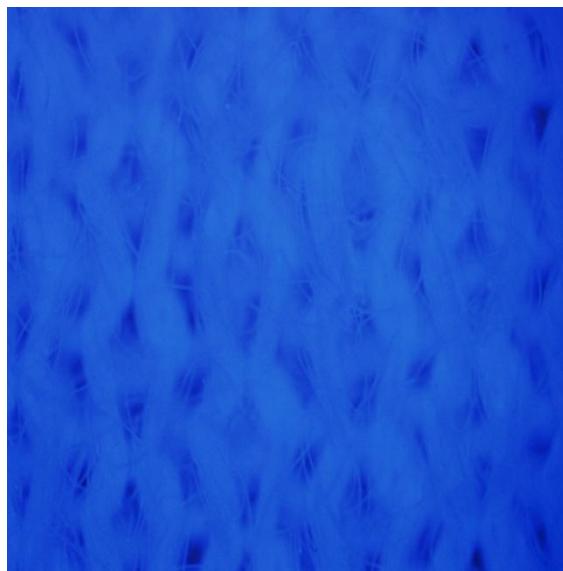
Příloha č. 6 – Fotografie polyesterového vzorku č. 6

pletěnina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,4% roztoku UVITEX® EB-S

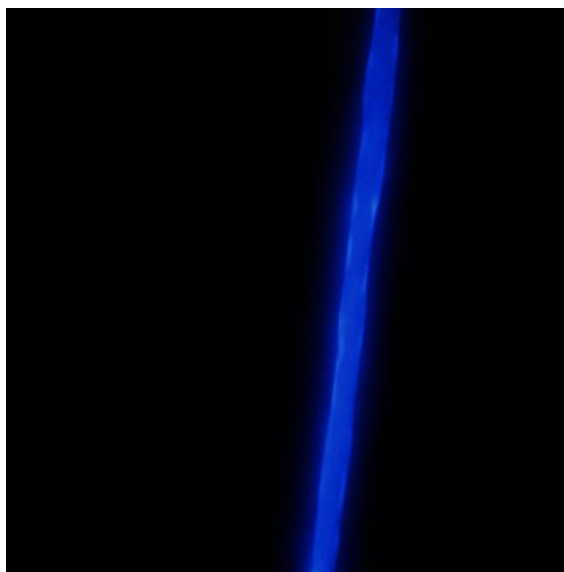
1) z běžného digitálního fotoaparátu



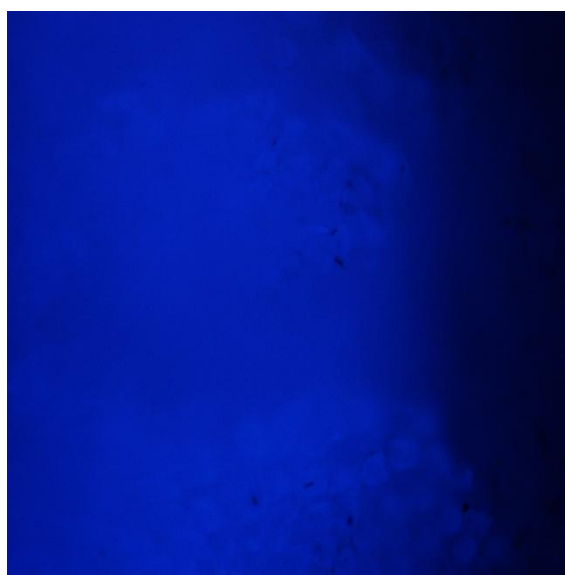
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



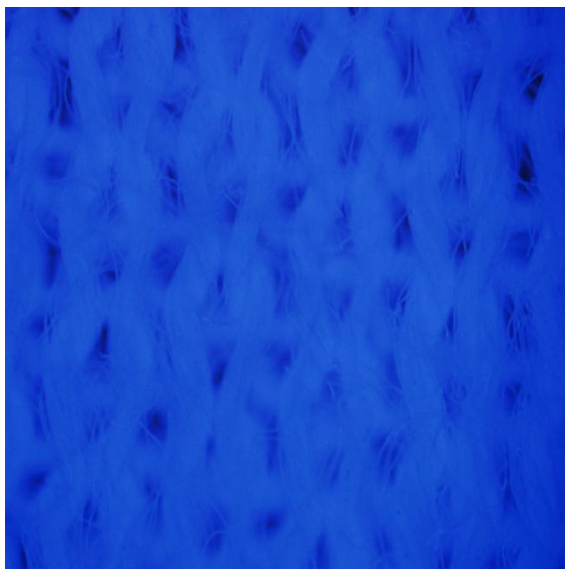
Příloha č. 7 – Fotografie polyesterového vzorku č. 7

pletěnina ze 100% polyesteru bělená pomocí 0,4% roztoku UVITEX® ER-S

1) z běžného digitálního fotoaparátu



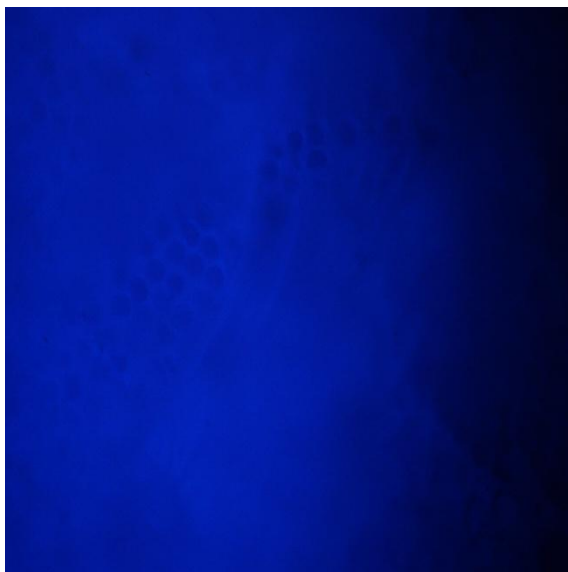
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



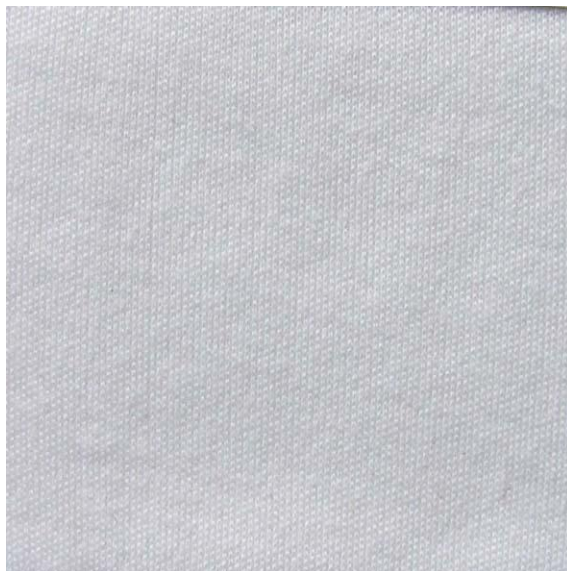
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



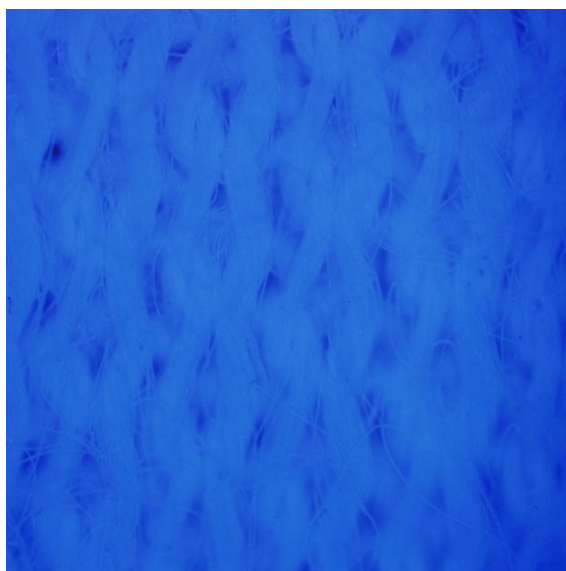
Příloha č. 8 – Fotografie polyesterového vzorku č. 8

pletěnina ze 100% polyesteru bělená pomocí 1% roztoku UVITEX® EDB

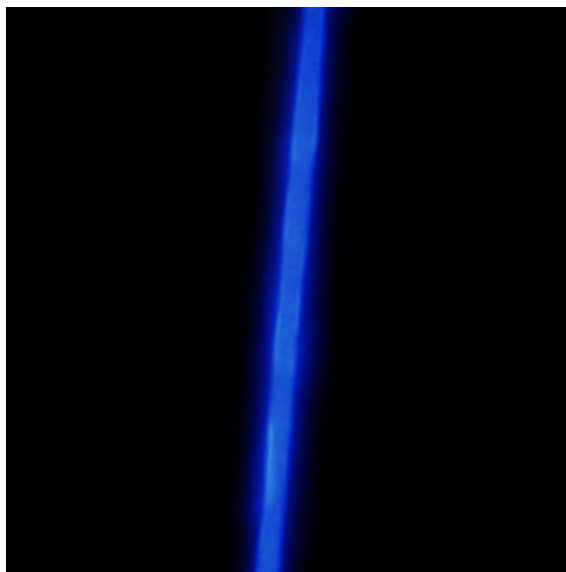
1) z běžného digitálního fotoaparátu



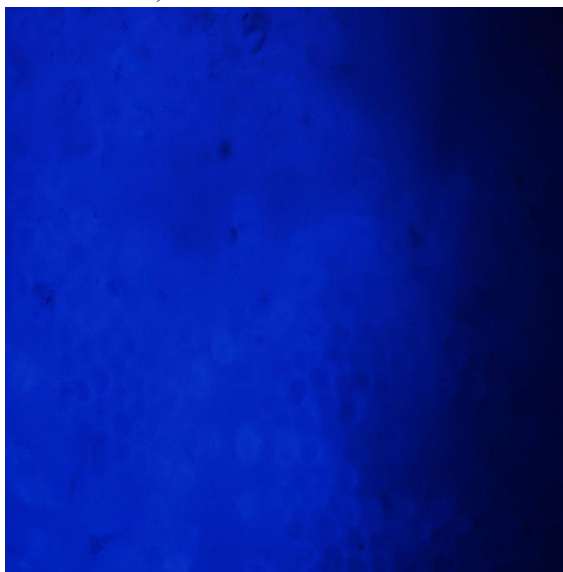
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



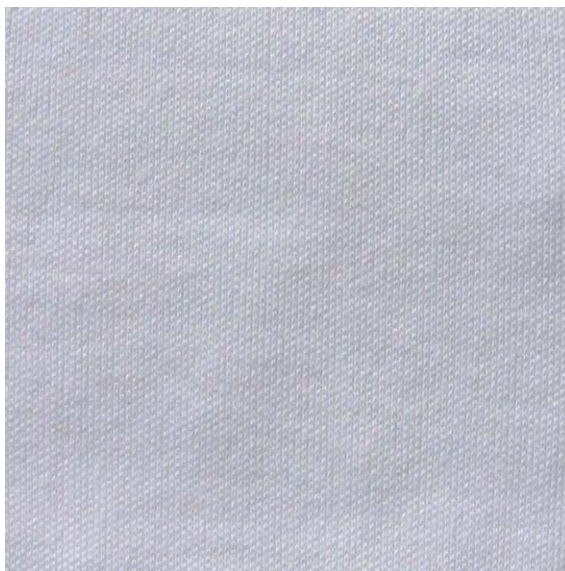
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



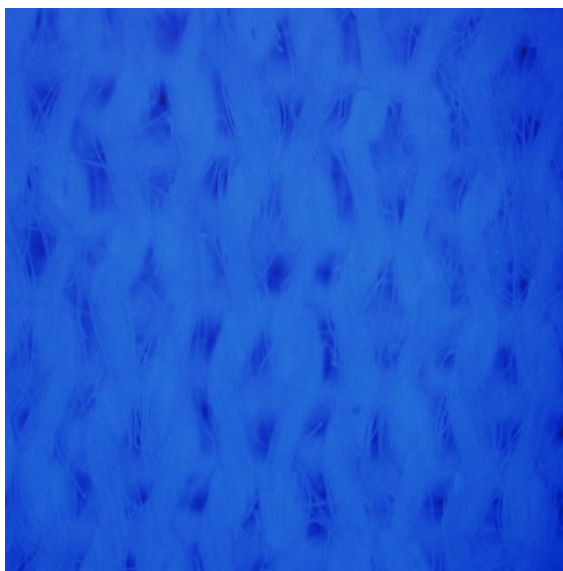
Příloha č. 9 – Fotografie polyesterového vzorku č. 9

pletěnina ze 100% polyesteru bělená pomocí roztoku z 0,35% UVITEX® EDB + 0,16% UVITEX® ER-S + 0,09% UVITEX® EB-S

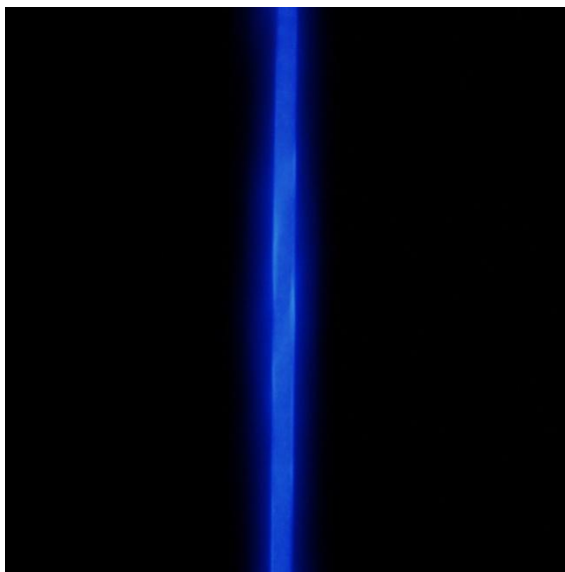
1) z běžného digitálního fotoaparátu



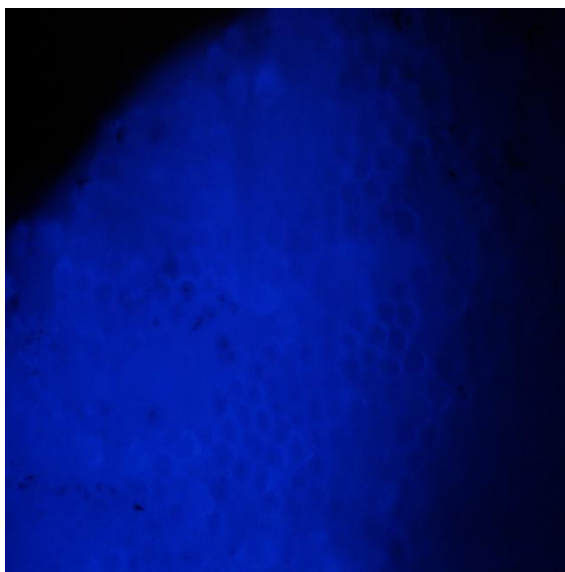
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



4) příčný řez vláken (50x zvětšení)

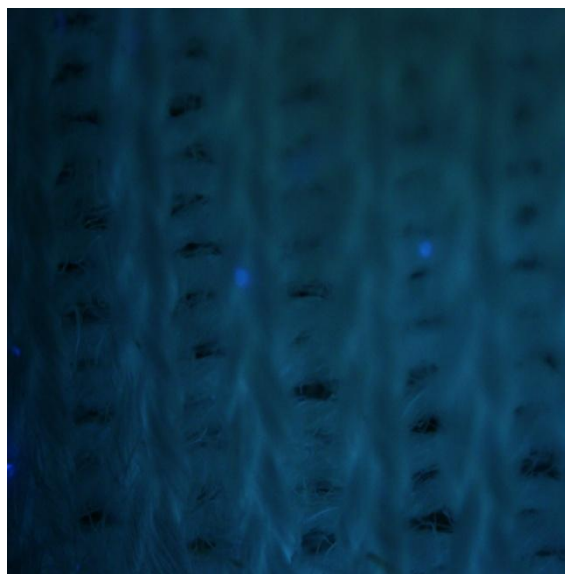


Příloha č. 10 – Fotografie bavlněného vzorku č. 1
neošetřená pletenina ze 100% bavlny

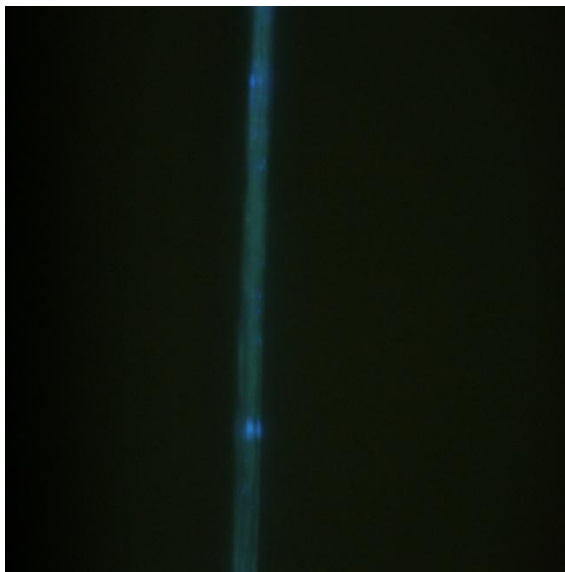
1) z běžného digitálního fotoaparátu



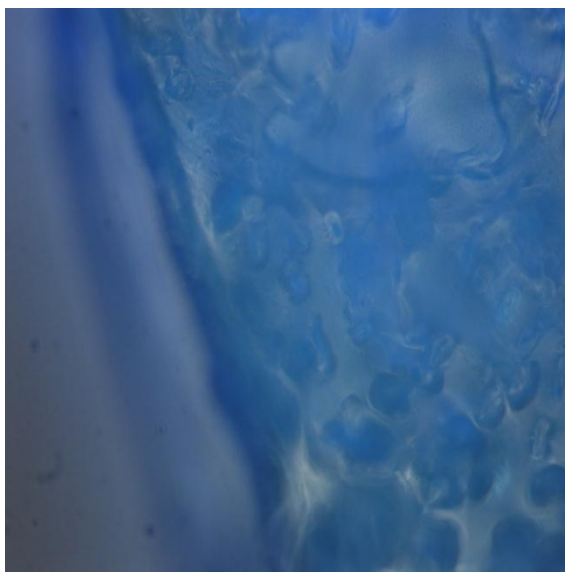
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



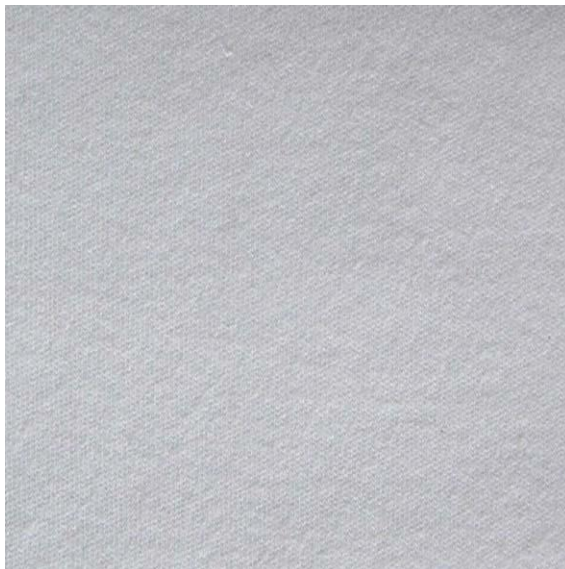
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



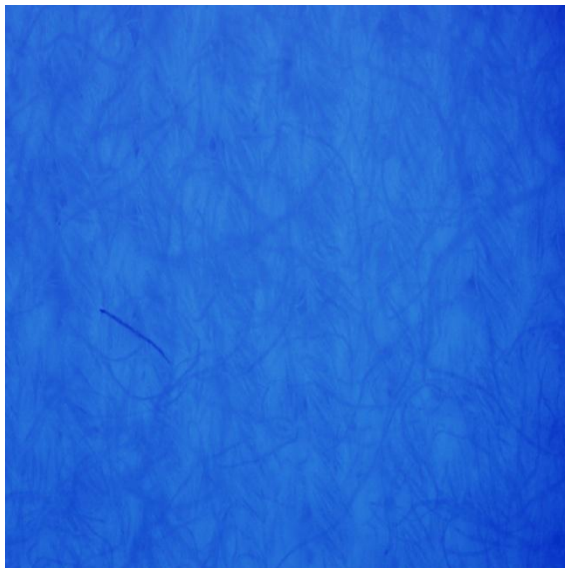
Příloha č. 11 – Fotografie bavlněného vzorku č. 2

pletenina ze 100% bavlny zjasněná 0,7% roztokem UVITEX® BHT LIQ 115%

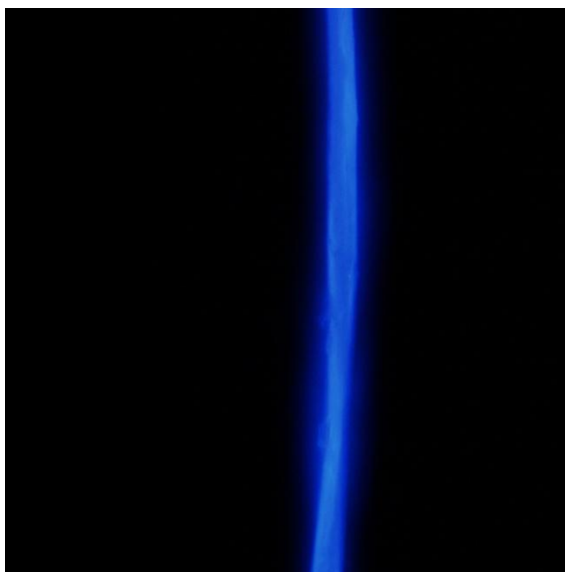
1) z běžného digitálního fotoaparátu



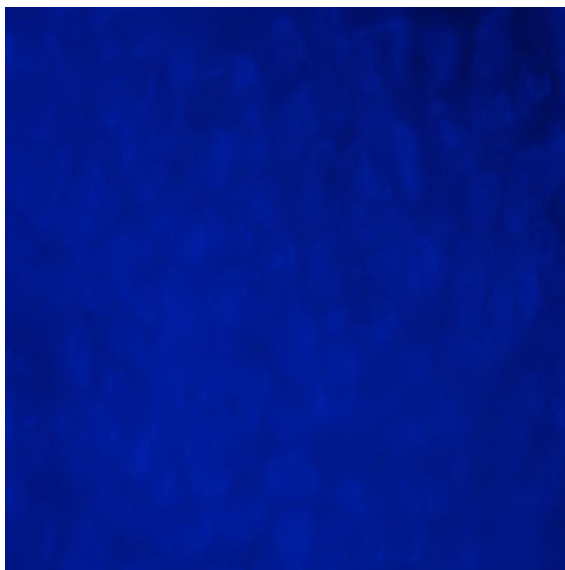
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



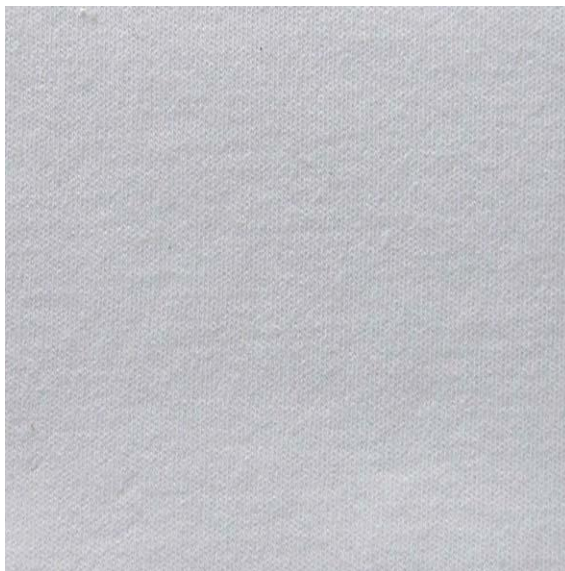
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



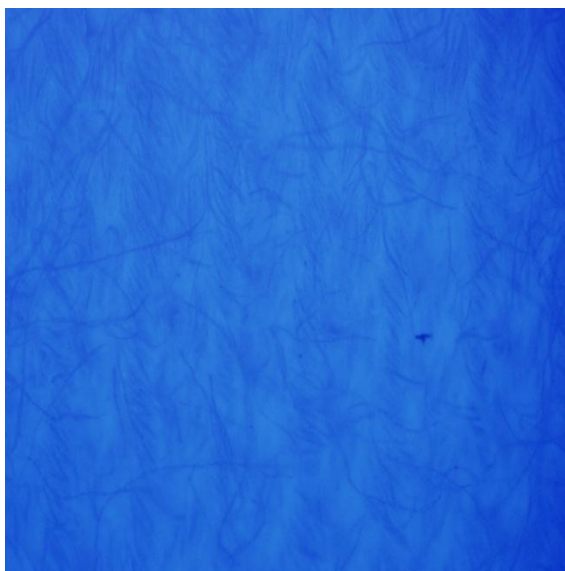
Příloha č. 12 – Fotografie bavlněného vzorku č. 3

pletěnina ze 100% bavlny zjasněná 0,7% roztokem UVITEX® BHB LIQ

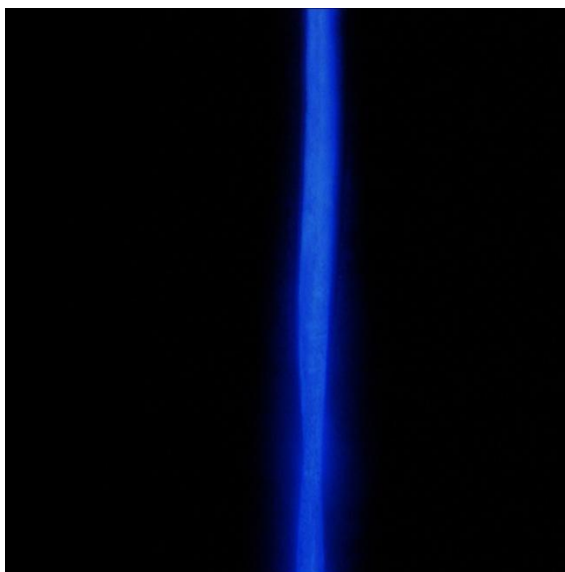
1) z běžného digitálního fotoaparátu



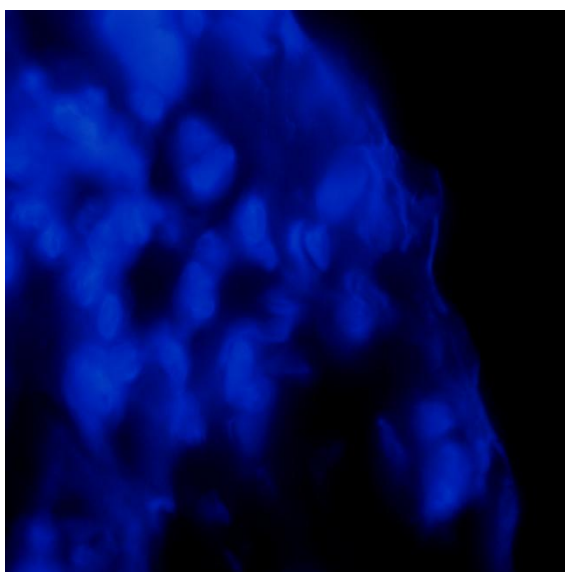
2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



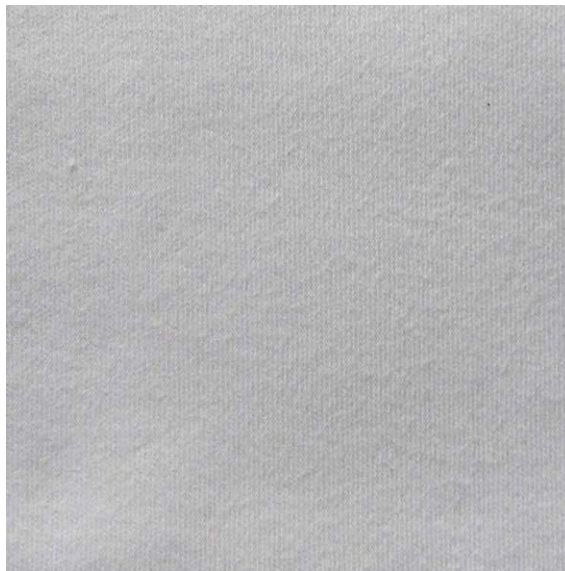
4) příčný řez vláken (50x zvětšení)



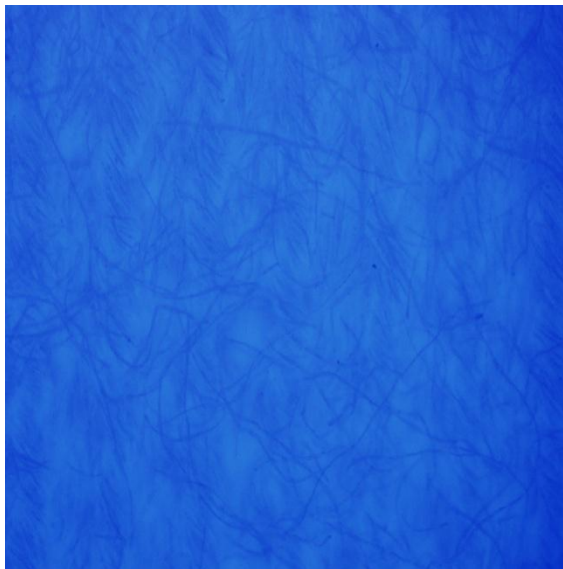
Příloha č. 13 – Fotografie bavlněného vzorku č. 4

pleténina ze 100% bavlny zajištěná 0,4% roztokem UVITEX® BHV LIQ

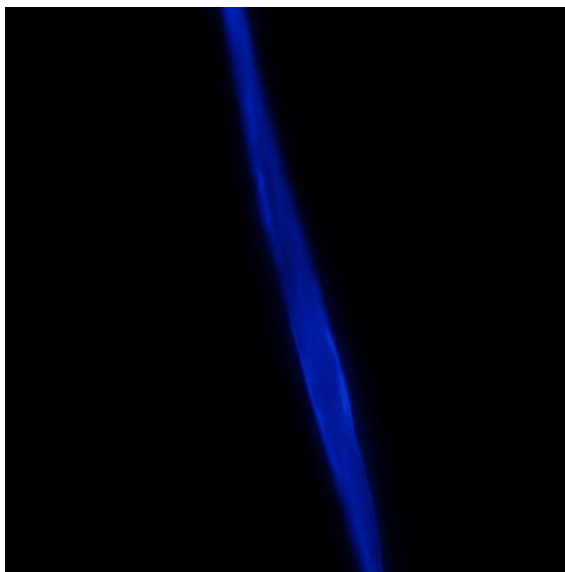
1) z běžného digitálního fotoaparátu



2) pod UV světlem (5x zvětšení)



3) vlákno v podélném směru (50x zvětšení)



4) příčný řez vláken (50x zvětšení)

